



第三版

建筑工程施工技术

钟汉华　季翠华　董　伟◎主编

紧跟互联网时代步伐，以"互联网+"思维拓展阅读内容 ★

依据国家最新标准、规范编写，对接行业、职业最新动态 ★

重点讲授理论知识在工程实践中的应用，培养学生的职业能力 ★







单元5

钢结构工程施工

教学目标

了解钢结构加工常用机具，掌握钢结构施工各工序要求和方法；掌握焊接方法及焊接工艺；掌握高强度螺栓连接施工安装工艺；掌握钢结构工程安装方法；了解钢防腐涂料的类型，掌握防腐涂装方法；熟悉薄涂型防火涂料涂装工艺。

教学要求

能力目标	知识要点	权重
了解钢结构加工常用机具	钢结构加工机具	10%
掌握钢结构施工各工序要求和方法	钢结构的制作工艺	30%
掌握焊接方法选择要求、焊接工艺，掌握高强度螺栓连接工艺	钢结构连接施工工艺	30%
掌握钢结构工程安装方法	钢结构安装工艺	20%
了解钢材表面除锈等级与除锈方法，薄涂型防火涂料涂装工艺	钢结构涂装工程	10%

引例

国家体育场（鸟巢），第29届夏季奥林匹克运动会的主会场，位于北京奥林匹克公园内、北京城市中轴线北端的东侧。建筑面积25.8万m^2，用地面积20.4万m^2。2008年奥运会期间，承担开幕式、闭幕式、田径比赛、男子足球决赛等赛事活动，能容纳观众10万人，其中临时坐席2万个。奥运会后，可容纳观众8万人，可承担特殊重大体育比赛、各类常规赛事以及非竞赛项目，并将成为北京市为市民提供广泛参与体育活动及享受体育娱乐的大型专业场所，成为全国标志性的体育娱乐建筑。

国家体育场的设计方案，是经全球设计招标产生的、由瑞士赫尔佐格和德梅隆设计事务所、奥雅纳工程顾问公司及中国建筑设计研究院联合共同设计的“鸟巢”方案。该设计方案主体由一系列辐射式门式钢桁架围绕碗状坐席区旋转而成，空间结构科学简洁，建筑和结构完整统一，设计新颖，结构独特，成为国内外特有的建筑。其业主单位是由北京市国有资产经营有限责任公司和中信集团联合体共同组建的国家体育场有限责任公司。国家体育场有限责任公司负责项目的投融资、设计、建设、运营和管理。国家体育场于2003年12月24日开工，2006年建成并投入试运行。

国家体育场外壳采用可作为填充物的气垫膜，使屋顶达到完全防水的要求，阳光可以穿过透明的屋顶满足室内草坪的生长需要。比赛时，看台可以通过多种方式进行变化，可以满足不同时期不同观众的要求，奥运期间的20000个临时坐席分布在体育场的最上端，且能保证每个人都能清楚地看到整个赛场。入口、出口及人群流动通过流线区域的合理划分和设计得到了完美的解决。

“鸟巢”外形结构主要由巨大的门式钢架组成，共有24根桁架柱，建筑顶面呈鞍形，长轴为332.3m，短轴为296.4m，最高点高度为68.5m，最低点高度为42.8m。在保持“鸟巢”建筑风格不变的前提下，新设计方案对结构布局、构建截面形式、材料利用率等问题进行了较大幅度的调整与优化。原设计方案中的可开启屋顶被取消，屋顶开口扩大，并通过钢结构的优化大大减少了用钢量。大跨度屋盖支撑在24根桁架柱之上，柱距为37.96m。主桁架围绕屋盖中间的开口呈放射形布置，有22榀主桁架直通或接近直通。为了避免出现过于复杂的节点，少量主桁架在内环附近截断。钢结构大量采用由钢板焊接而成的箱形构件，交叉布置的主桁架与屋面及立面的次结构一起形成了“鸟巢”的特殊建筑造型。主看台部分采用钢筋混凝土框架-剪力墙结构体系，与大跨度钢结构完全脱开。

“鸟巢”钢结构所使用的钢材厚度可达11cm，以前从未在国内生产过。另外，在“鸟巢”顶部的网架结构外表面还将贴上一层半透明的膜。使用这种膜后，体育场内的光线不是直射进来的，而是通过漫反射，使光线更柔和，由此形成的漫射光还可解决场内草坪的维护问题，同时也有遮风挡雨的功能。滑动式的可开启屋顶是体育场结构中必不可少的一部分。当它合上时，体育场将成为一个室内的赛场。除了一些特定的结构需要外，可开启屋顶的结构基本上也是一个网络状的架构，装上充气垫后，成为一个防水的壳体。

整个体育场结构的组件相互支撑，形成网格状的构架，外观看上去就仿若树枝织成的鸟巢，其灰色矿质般的钢网以透明的膜材料覆盖，其中包含着一个土红色的碗状体育场看台。在这里，中国传统文化中镂空的手法、陶瓷的纹路、红色的灿烂与热烈，与现代最先进的钢结构设计完美地相融在一起。整个建筑通过巨型网状结构联系，内部没有一根立柱，看台是一个完整的没有任何遮挡的碗状造型，如同一个巨大的容器，赋予体育场以不

可思议的戏剧性和无与伦比的震撼力。这种均匀而连续的环形也将使观众获得最佳的视野，带动他们的兴奋情绪，并激励运动员向更快、更高、更强冲刺。在这里，人，真正被赋予中心的地位。

思考：(1) 钢材是如何加工成构件的？

(2) 单个构件是如何吊装的？

(3) 单个构件之间是如何连接的？

知识点

钢结构厂房是很多现行厂房所采用的结构。其特点是施工方便、速度快、自重小。对普通工业厂房和一般的钢结构厂房都能满足要求。

由于政府部门的引导和支持，钢结构作为绿色环保产品得到公认和发展。其特点是建筑钢材强度高，塑性、韧性好，适用于建造跨度大、高度高、承载重的结构。

(1) 塑性好。结构在一般条件下不会因超载而突然断裂，只增大变形，故易于被发现。此外，尚能将局部高峰应力重分配，使应力变化趋于平缓。

(2) 韧性好。适宜在动力荷载下工作，因此在地震区采用钢结构较为有利。

(3) 质量轻。钢材容重大，强度高，做成的结构却比较轻。以同样跨度承受同样的荷载，钢屋架的重量最多不过为钢筋混凝土屋架的1/4～1/3，冷弯薄壁型钢屋架甚至接近1/10，质量轻，可减轻基础的负荷，降低地基、基础部分的造价，同时还方便运输和吊装。

(4) 材质均匀。力学计算假定比较符合钢结构的实际受力情况，在计算中采用的经验公式不多，从而计算上的不定性较小，计算结果比较可靠。

(5) 制作简便，施工周期短。钢结构构件一般是在金属结构厂制作，施工机械化、准确度和精密皆较高，加工简易而迅速。钢构件较轻，连接简单，安装方便，施工周期短。小量钢结构和轻型钢结构尚可在现场制作，吊装简易。钢结构由于连接的特性，易于加固、改建和拆迁。

(6) 密闭性好。钢结构的钢材和连接（如焊接）的水密性和气密性较好，适宜于要求密闭的板壳结构，如高压容器、油库、气柜、管道等。

(7) 耐腐蚀性差，对涂装要求高。钢材容易锈蚀，对钢结构必须注意防护，特别是薄壁构件要注意，钢结构涂装工艺要求高，在涂油漆以前应彻底除锈，油漆质量和涂层厚度均应符合要求。

钢结构工程是建筑工程施工中的主要工种之一。钢结构工程施工包括钢构件的场内制作，钢结构的吊装、安装，钢结构的涂装等主要施工过程。钢结构施工难度大，施工质量要求高，因此施工前应针对钢结构工程的施工特点，制定合理的施工方案。

课题5.1 钢结构加工机具

5.1.1 测量、画线工具

钢结构加工中的测量、画线工具主要有以下几种。

(1) 钢卷尺。常用的有长度为1m、2m的小钢卷尺和长度为5m、10m、15m、20m、

30m 的大钢卷尺，用钢尺能量到的正确度误差为 0.5mm。

(2) 直角尺。直角尺用于测量两个平面是否垂直和画较短的垂直线。

(3) 卡钳。卡钳有内卡钳、外卡钳两种，如图 5.1 所示。内卡钳用于测量孔内径或槽道大小，外卡钳用于测量零件的厚度和圆柱形零件的外径等。内、外卡钳均属间接量具，需用尺确定数值，因此在使用卡钳时应注意铆钉的紧固，不能松动，以免造成测量错误。

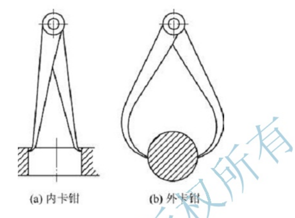


图 5.1 卡钳

(4) 画针。画针一般由中碳钢锻制而成，用于较精确零件的画线，如图 5.2 所示。

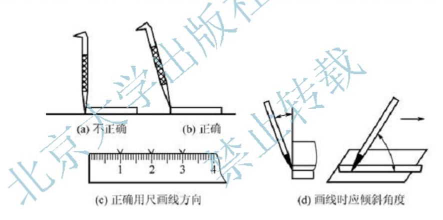


图 5.2 画针

(5) 画规及地规。画规是画圆弧和圆的工具，如图 5.3(a) 所示。制造画规时为保证规尖的硬度，应将规尖进行淬火处理。地规由两个地规体和一条规杆组成，用于画较大的圆弧，如图 5.3(b) 所示。

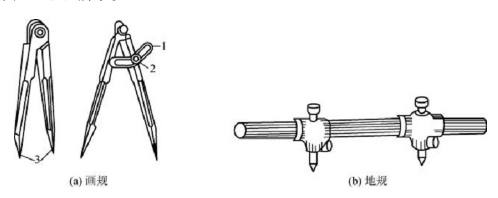


图 5.3 画规及地规

1—弧片；2—制动螺栓；3—淬火处

(6) 样冲。样冲多用高碳钢制成，其尖端磨成60°角，并需淬火。样冲是用来在零件上冲打标记的工具，如图5.4所示。

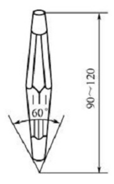


图5.4 样冲

5.1.2 切割、切削机具

钢结构加工中的切割、切削机具主要有以下几种。

(1) 半自动切割机。如图5.5所示为半自动切割机的一种，它可由可调速的电动机拖动，沿着轨道可直线运行或做圆运动，这样切割嘴就可以割出直线或圆弧。

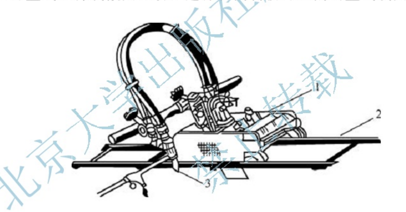


图5.5 半自动切割机

1—气割小车；2—轨道；3—切割嘴

(2) 风动砂轮机。风动砂轮机以压缩空气为动力，携带方便，使用安全可靠，因而得到广泛的应用。风动砂轮机的外形如图5.6所示。

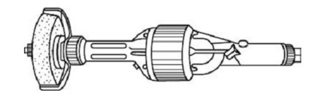


图5.6 风动砂轮机

(3) 电动砂轮机。电动砂轮机由罩壳、砂轮、长端盖、电动机、开关和手把组成，如图5.7所示。

(4) 风铲。风铲属风动冲击工具，其具有结构简单、效率高、体积小、质量轻等特点，如图5.8所示。

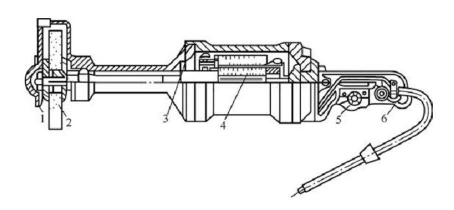


图 5.7 电动砂轮机（手提式）

1—罩壳；2—砂轮；3—长端盖；4—电动机；5—开关；6—手把

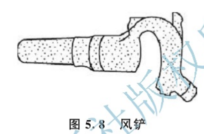


图 5.8 风铲

（5）砂轮锯。其是由切割动力头、可转夹钳、中心调整机构及底座等部分组成，如图 5.9 所示。

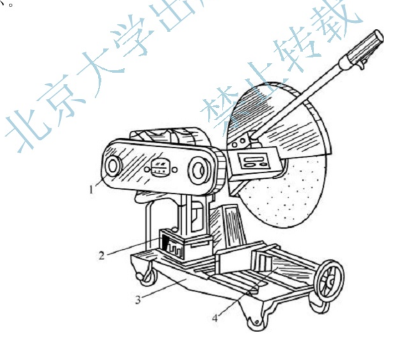


图 5.9 砂轮锯

1—切割动力头；2—中心调整机构；3—底座；4—可转夹钳

（6）龙门剪板机。龙门剪板机是板材剪切中应用较广的剪板机，其具有剪切速度快、精度高、使用方便等特点。为防止剪切时钢板移动，床面有压料及栅板装置；为控制剪料的尺寸，前后设有可调节的定位挡板等装置，如图 5.10 所示。

（7）联合冲剪机。联合冲剪机集冲压、剪切、剪断等功能于一体。QA34－25 型联合

冲剪机的外形示意图，如图 5.11 所示。型钢剪切头配合相应模具，可以剪断各种型钢：冲头部位配合相应模具，可以完成冲孔、落料等冲压工序；剪切部位可直接剪断扁钢和条状板材料。

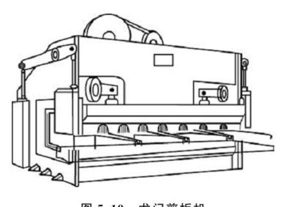


图 5.10　龙门剪板机

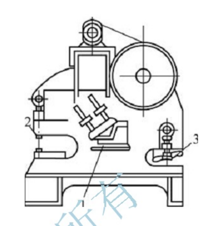


图 5.11　QA34－25 型联合冲剪机

1—型钢剪切头；2—冲头；3—剪切刃

(8) 锉刀。锉刀分为普通锉、特种锉和整形锉三种，如图 5.12 所示。

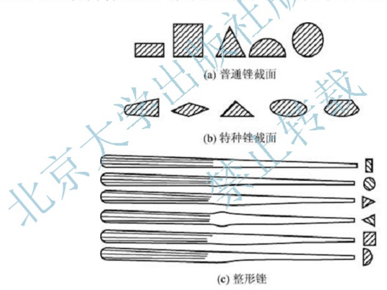


图 5.12　锉刀

(9) 凿子。其主要用来凿削剔除毛坯件表面多余的金属、毛刺、分割材料，切坡口及不便于机械加工的场合，如图 5.13 所示。

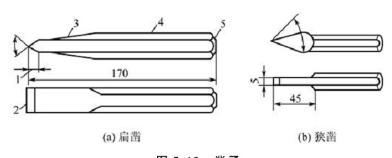


图 5.13　凿子

1—切削部分；2—切削刃；3—斜面；4—柄；5—头

（10）型锤。常见型锤的形状如图 5.14 所示。

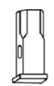
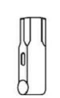
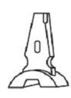





图 5.14　几种常见型锤

5.1.3　其他机具

钢结构加工中的其他机具主要包括钢尺、游标卡尺、手锯、自动气体切割机、等离子切割机、铣边机、矫正机、数据冲床、冲剪机等。

课题 5.2　钢结构的制作工艺

5.2.1　放样和号料

1. 放样工作内容

放样是钢结构制作工艺中的第一道工序，只有放样尺寸准确，才能避免以后各道加工工序的积累误差，才能保证整个工程的质量。

放样的内容包括核对图样的安装尺寸和孔距；以 1∶1 的大样放出节点；核对各部分的尺寸；制作样板和样杆作为下料、弯制、铣、刨、制孔等加工的依据。

放样时以 1∶1 的比例在放样台上利用几何作图方法放出大样。放样检查无误后，用铁皮或塑料板制作样板，用木杆、钢皮或扁铁制作样杆。样板、样杆上应注明工号、图号、零件号、数量及加工边、坡口部位、弯折线和弯折方向、孔径和滚圆半径等。然后用样板、样杆进行号料，如图 5.15 所示。样板、样杆应妥善保存，直至下料结束。

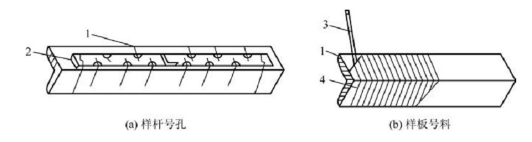


图 5.15　样板和样杆

1—角钢；2—样杆；3—画针；4—样板

2. 号料工作的内容

号料的工作内容包括：检查核对材料；在材料上画出切割、铣、刨、弯曲、钻孔等的加工位置；打冲孔；标出零件编号等。

钢材如有较大弯曲等问题时应先矫正，根据配料表和样板进行套裁，尽可能节约材料。当工艺有规定时，应按规定的方向进行取料，号料应有利于切割和保证零件质量。

3. 放样和号料用工具

放样和号料用工具及设备有：画针、冲子、手锤、粉线、弯尺、直尺、钢卷尺、大钢卷尺、剪子、小型剪板机、折弯机。

用作计量长度的钢盘尺，必须经授权的计量单位计量，且附有偏差卡片，使用时按偏差卡片的记录数值核对其误差数。

结构制作、安装、验收及土建施工用的量具，必须用同一标准进行鉴定，且应具有相同的精度要求。

4. 放样号料应注意的问题

放样号料时应注意以下一些问题。

(1) 放样时，铣、刨的工作要考虑加工余量，焊接构件要按工艺要求放出焊接收缩量，高层钢结构的框架柱应预留弹性压缩量。

(2) 号料时要根据切割方法留出适当的切割余量。

(3) 如果图样要求桁架起拱，放样时上、下弦应同时起拱，起拱后垂直杆的方向仍然垂直于水平线，而不与下弧杆垂直。

(4) 样板、号料的允许偏差要满足要求。

5.2.2 切割

钢材下料切割方法有剪切、冲切、锯切、气割等。施工中采用哪种方法应该根据具体要求和实际条件选用。切割后钢材不得有分层，断面上不得有裂纹，应清除切口处的毛刺或熔渣和飞溅物。气割和机械剪切的允许偏差应符合规定。

1. 气割

气割主要是以氧气与燃料燃烧时产生的高温来熔化钢材，并借喷射压力将溶渣吹去，造成割缝，达到切割金属的目的。但熔点高于火焰温度或难于氧化的材料，则不宜采用气割。氧气与各种燃料燃烧时的火焰温度在2000～3200℃，远远高于铁的熔点，所以气割能切割各种厚度的钢材，设备灵活，费用经济，切割精度也高，是目前广泛使用的切割方法。气割按切割设备分类可分为手工气割、半自动气割、仿型气割、多头气割、数控气割和光电跟踪气割等。其中，手工气割的操作要点主要有以下几点。

(1) 首先点燃割炬，随即调整火焰。

(2) 开始切割时，打开氧气阀门，观察切割氧流线的形状，若为笔直而清晰的圆柱体，并有适当的长度即可正常切割。

(3) 发现嘴头产生鸣爆并发生回火现象，可能因嘴头过热或堵住，或燃料供应不及时，此时需马上处理。

(4) 临近终点时，嘴头应向前进的反方向倾斜，以利于钢板的下部提前割透，使收尾时割缝整齐。

(5) 当切割结束时应迅速关闭氧气阀门，并将割炬抬起，再关闭燃料阀门，最后关闭预热氧阀门。

2. 机械切割

机械切割设备有以下几种。

(1) 带锯机床。带锯机床适用于切断型钢及型钢构件，其效率高，切割精度高。

(2) 砂轮锯。砂轮锯适用于切割薄壁型钢及小型钢管，其切口光滑、生刺较薄、易清除，但噪声大、粉尘多。

(3) 无齿锯。无齿锯依靠高速摩擦而使工件熔化，形成切口，适用于精度要求较低的构件。其切割速度快，噪声大。

(4) 剪板机、型钢冲剪机。其适用于切割薄钢板、压型钢板等，其具有切割速度快、切口整齐、效率高等特点，但是其对刀片要求较高，刀片必须锋利，剪切时要注意调整刀片间隙。

3. 等离子切割

等离子切割适用于切割不锈钢、铝、铜及其合金等，在一些尖端技术上应用广泛。其具有切割温度高、冲刷力大、切割边质量好、变形小、可以切割任何高熔点金属等特点。

5.2.3 矫正和成型

1. 矫正

在钢结构制作过程中，由于原材料变形、切割变形、焊接变形、运输变形等经常影响构件的制作及安装。矫正就是要造成新的变形去抵消已经发生的变形。

型钢的矫正分机械矫正、手工矫正、火焰矫正等。型钢机械矫正是在矫正机上进行的，在使用时要根据矫正机的技术性能和实际使用情况进行选择。手工矫正多数用在小规格的各种型钢上，依靠锤击力进行矫正。火焰矫正是在构件局部用火焰加热，利用金属热胀冷缩的物理性能，冷却时产生很大的冷缩应力来矫正变形。

型钢矫正前首先要确定弯曲点的位置，这是矫正工作不可缺少的步骤。目测法是常用的找弯方法，确定型钢的弯曲点时应注意型钢自重下沉产生的弯曲，对于较长的型钢要放在水平面上，用拉线法测量。型钢矫正后的允许偏差见表5-1。

表5-1　型钢矫正后的允许偏差

项次	偏差名称		示意图	允许偏差
1	钢板、扁钢的局部挠曲矢高 f			在1m范围内：$\delta>14$，$f\leqslant1.0$；$\delta\leqslant14$，$f\leqslant1.5$
2	角钢、工字钢、槽钢挠曲矢高 f			长度的1/1000，但不大于5mm
3	角钢肢的垂直度 Δ			$\Delta\leqslant b/100$，但双肢铆接连接时角钢的角度不得大于90°
4	翼缘对腹板的垂直度	槽钢		$\Delta\leqslant b/80$（槽钢）
		工字钢、H形钢		$\Delta\leqslant b/100$，且不大于2.0（工字钢、H形钢）

2. 弯曲成型

型钢弯曲的工艺方法有滚圆机滚弯、压力机压弯，还有顶弯、拉弯等。在正式弯曲成型前应先按型材的截面形状、材质规格及弯曲半径制作相应的胎模，经试弯符合要求后方准加工。钢结构零件、部件在矫正和弯曲时，最小弯曲率半径和最大弯曲矢高应符合验收规范要求。

1）钢板卷曲

钢板卷曲一般是通过旋转辊轴对板料进行连续三点弯曲形成的。当制件曲率半径较大时，可在常温状态下卷曲；如曲率半径较小或钢板较厚时，需对钢板加热后再进行卷曲。钢板卷曲按其卷曲类型可分为单曲率卷制和双曲率卷制。单曲率卷制包括对圆柱面、圆锥面和任意柱面的卷制，其操作简便，较常用，如图 5.16 所示。双曲率卷制可实现球面、双曲面的卷制，其制作工艺较复杂。钢板卷曲工艺一般包括预弯、对中和卷曲三个过程。

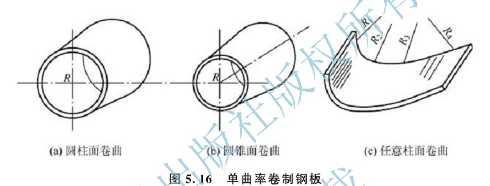


图 5.16 单曲率卷制钢板

2）型材弯曲

型材弯曲包括型钢的弯曲和钢管的弯曲两种。

5.2.4 边缘加工

在钢结构制造中，经过剪切或气割过的钢板边缘，其内部结构会发生硬化和变态。为了保证桥梁或重型吊车梁等重型构件的质量，需要对边缘进行再加工。此外，为了保证焊缝质量，考虑到装配的准确性，要将钢板边缘刨成或铲成坡口，往往还要将边缘刨直或铣平。

一般需要作边缘加工的部位包括吊车梁翼缘板、支座支撑面等具有工艺性要求的加工面，设计图样中有技术要求的焊接坡口；尺寸精度要求严格的加劲板、隔板、腹板及有孔眼的节点板等。常用的边缘加工方法有铲边、刨边、铣边和切割等。

5.2.5 制孔

高强度螺栓的采用，使孔加工在钢结构制造中占有很大比重，在精度上要求也越来越高。

1. 制孔的质量

钢结构中孔的加工质量要求如下。

（1）精制螺栓孔。精制螺栓孔（A、B级螺栓孔——Ⅰ类孔）的直径应与螺栓公称直径相等，孔应具有 H12 的精度，孔壁表面粗糙度 $R_a \leqslant 12.5\mu m$。其孔径允许偏差应符合规定。

(2) 普通螺栓孔。普通螺栓孔(C级螺栓孔——Ⅱ类孔)包括高强度螺栓(大六角头螺栓、扭剪型螺栓等)、普通螺钉孔、半圆头铆钉等的孔。其孔直径应比螺栓杆、钉杆的公称直径大1.0~3.0mm,孔壁粗糙度 $R_a \leqslant 25\mu m$。孔的允许偏差应符合要求。

(3) 孔距。螺栓孔孔距的允许偏差应符合规定。如果超过偏差,应采用与母材材质相匹配的焊条补焊后重新制孔。

2. 制孔的方法

钢材的制孔通常有钻孔和冲孔两种方法。钻孔是钢结构制作中普遍采用的方法。冲孔是用冲孔设备靠冲裁力产生的孔,孔壁质量差,在钢结构制作中已较少采用。

钻孔有人工钻孔和机床钻孔两种。人工钻孔多用于直径较小、材料较薄的孔;机床钻孔施钻方便快捷,精度高。

除了钻孔之外,还有扩孔、锪孔、铰孔等孔加工类型。扩孔是将已有孔眼扩大到需要的直径,锪孔是将已钻好的孔上表面加工成一定形状的孔,铰孔是将已经粗加工的孔进行精加工以提高孔的光洁度和精度。

5.2.6 组装

组装也称装配、组拼,是把加工好的零件按照施工图的要求拼装成单个构件。钢构件的大小应根据运输道路、现场条件、运输和安装单位的机械设备能力与结构受力的允许条件等来确定。

1. 一般要求

钢结构组装的一般要求如下。

(1) 钢构件组装应在平台上进行,平台应测平。用于装配的组装架及胎模要牢固地固定在平台上。

(2) 组装工作开始前要编制组装顺序表,组拼时严格按照组装顺序表所规定的顺序进行。

(3) 组装时,要根据零件加工编号,严格检验核对其材质、外形尺寸,毛刺飞边要清除干净,对称零件要注意方向,避免错装。

(4) 对于尺寸较大、形状较复杂的构件,应先分成几个部分组装成简单组件,再逐渐拼成整个构件,并注意先组装内部组件,再组装外部组件。

(5) 组装好的构件或结构单元,应按图样的规定对构件进行编号,并标注构件的重量、重心位置、定位中心线、标高基准线等。构件编号位置要在明显易查处,大构件要在3个面上都编号。

2. 焊接连接的构件组装

钢结构焊接连接的构件组装内容如下。

(1) 根据图纸尺寸,在平台上画出构件的位置线,焊上组装架及胎模夹具。组装架离平台面不小于50mm,并用卡兰、左右螺旋丝杠或梯形螺纹作为夹紧调整零件的工具。

(2) 每个构件的主要零件位置调整好并检查合格后,把全部零件组装上并进行点焊,使之定形。在零件定位前,要留出焊缝收缩量及变形量。高层建筑钢结构的柱子,两端除增加焊接收缩量的长度之外,还必须增加构件安装后荷载压缩变形量,并留好构件端头和支撑点铣平的加工余量。

(3) 为了减少焊接变形，应该选择合理的焊接顺序，如对称法、分段逆向焊接法、跳焊法等。在保证焊缝质量的前提下，可改变电流快速施焊，以减小热影响区和温度差，减小焊接变形和焊接应力。

5.2.7 表面处理

1. 高强度螺栓摩擦面的处理

采用高强度螺栓连接时，应对构件摩擦面进行加工处理，摩擦面处理后的抗滑移系数必须符合设计文件的要求。

摩擦面的处理方法一般有喷砂、酸洗、砂轮打磨等几种，其中喷砂处理过的摩擦面的抗滑移系数值较高，离散率较小。处理好的摩擦面严禁有飞边、毛刺、焊疤和污损等，不得涂油漆，在运输过程中应防止摩擦面损伤。

构件出厂前应按批做试件检验抗滑移系数，试件的处理方法应与构件相同，检验的最小数值应符合设计要求，并附三组试件供安装时复验抗滑移系数。

2. 构件成品的防腐涂装

钢结构构件在加工验收合格后，应进行防腐涂料涂装。但构件焊缝连接处、高强度螺栓摩擦面处不能做防腐涂装，应在现场安装完后，再补刷防腐涂料。

5.2.8 构件成品验收

钢结构构件制作完成后，应根据《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001) 及其他相关规范、规程的规定进行成品验收。钢结构构件加工制作质量验收，可按相应的钢结构制作工程或钢结构安装工程检验批的划分原则划分为一个或若干个检验批进行。

构件出厂时，应提交产品质量证明（构件合格证）和下列技术文件。

【知识链接】

(1) 钢结构施工详图，设计更改文件，制作过程中的技术协商文件。

(2) 钢材、焊接材料及高强度螺栓的质量证明书，以及必要的试验报告。

(3) 钢零件及钢部件加工质量检验记录。

(4) 高强度螺栓连接质量检验记录，包括构件摩擦面处抗滑移系数的试验报告。

(5) 焊接质量检验记录。

(6) 构件组装质量检验记录。

课题5.3 钢结构连接施工工艺

5.3.1 焊接施工

1. 焊接方法选择

焊接是钢结构连接中最主要的连接方法之一，其中使用最广泛的焊接方法是电弧焊。在电弧焊中又以手工焊、埋弧自动焊、半自动焊与CO_2气体保护焊为主。焊接的类型、特点和适用范围见表5-2。

表 5-2　钢结构焊接方法选择

焊接的类型			特　　点	适 用 范 围
电弧焊	手工焊	交流焊机	利用焊条与焊件之间产生的电弧热焊接，设备简单，操作灵活，可进行各种位置的焊接，是建筑工地应用最广泛的焊接方法	焊接普通钢结构
		直流焊机	焊接技术与交流焊机相同，成本比交流焊机高，但焊接时电弧稳定	焊接要求较高的钢结构
	埋弧自动焊		利用埋在焊剂层下的电弧热焊接，效率高，质量好，操作技术要求低，劳动条件好，是大型构件制作中应用最广的高效焊接方法	焊接长度较大的对接、贴角焊缝，一般是有规律的直焊缝
	半自动焊		与埋弧自动焊基本相同，操作灵活，但使用不够方便	焊接较短的或弯曲的对接、贴角焊缝
	CO_2气体保护焊		用CO_2或惰性气体保护的实芯焊丝或药芯焊接，设备简单，操作简便，焊接效率高，质量好	用于构件长焊缝的自动焊
电渣焊			利用电流通过液态熔渣所产生的电阻热焊接，能焊大厚度焊缝	用于箱形梁及柱隔板与面板全焊透连接

2. 焊接工艺要点

焊接工艺要点如下。

(1) 焊接工艺设计。确定焊接方式、焊接参数及焊条、焊丝、焊剂的规格型号等。

(2) 焊条烘烤。焊条和粉芯焊丝使用前必须按质量要求进行烘焙，低氢型焊条经过烘焙后，应放在保温箱内随用随取。

(3) 定位点焊。焊接结构在拼接、组装时要确定零件的准确位置，要先进行定位点焊。定位点焊的长度、厚度应由计算确定。电流要比正式焊接提高10%～15%，定位点焊的位置应尽量避开构件的端部、边角等应力集中的地方。

(4) 焊前预热。预热可降低热影响区的冷却速度，防止焊接延迟裂纹的产生。预热区在焊缝两侧，每侧宽度均应大于焊件厚度的1.5倍以上，且不应小于100mm。


【知识链接】

(5) 焊接顺序确定。一般从焊件的中心开始向四周扩展；先焊收缩量大的焊缝，后焊收缩量小的焊缝；尽量对称施焊；焊缝相交时，先焊纵向焊缝，待冷却至常温后，再焊横向焊缝；钢板较厚时要分层施焊。

(6) 焊后热处理。焊后热处理主要是对焊缝进行脱氢处理，以防止冷裂纹的产生。后热处理应在焊后立即进行，保温时间应根据板厚按每25mm板厚保温1h确定。预热及后热均可采用散发式火焰枪进行。

5.3.2　高强度螺栓连接施工

高强度螺栓连接是目前与焊接并举的钢结构的主要连接方法之一。其特点是施工方便、可拆可换、传力均匀、接头刚性好、承载能力大、疲劳强度高、螺母不易松动、结构

安全可靠。高强度螺栓从外形上可分为大六角头高强度螺栓（即扭矩形高强度螺栓）和扭剪型高强度螺栓两种。高强度螺栓和与之配套的螺母、垫圈总称为高强度螺栓连接副。

1. 一般要求

高强度螺栓连接的一般要求如下。

（1）高强度螺栓使用前，应按有关规定对高强度螺栓的各项性能进行检验。运输过程中应轻装轻卸，防止损坏。当包装破损、螺栓有污染等异常现象时，应用煤油清洗，并按高强度螺栓验收规程进行复验，经复验扭矩系数合格后方能使用。

（2）工地储存高强度螺栓时，应放在干燥、通风、防雨、防潮的仓库内，并且不得沾染脏物。

（3）安装时，应按当天需用量领取，当天没有用完的螺栓，必须装回容器内，妥善保管，不得乱扔、乱放。

（4）安装高强度螺栓时接头摩擦面上不允许有毛刺、铁屑、油污、焊接飞溅物。摩擦面应干燥，没有结露、积霜、积雪，并且不得在雨天进行安装。

（5）使用定扭矩扳子紧固高强度螺栓时，每天都应对定扭矩扳子进行校核，合格后方能使用。

2. 安装工艺

高强度螺栓连接的安装工艺如下。

（1）一个接头上的高强度螺栓连接，应从螺栓群中部开始安装，向四周扩展，逐个拧紧。对于扭矩型高强度螺栓的初拧、复拧、终拧，每完成一次应涂上相应的颜色或标记，以防漏拧。

（2）接头如有高强度螺栓连接又有焊接连接时，宜按先栓后焊的方式施工，先终拧完高强度螺栓后再焊接焊缝。

（3）高强度螺栓应自由穿入螺栓孔内，当板层发生错孔时，允许用铰刀扩孔。扩孔时，铁屑不得掉入板层间。扩孔数量不得超过一个接头螺栓的1/3，扩孔后的孔径不应大于1.2d（d为螺栓直径）。严禁使用气割进行高强度螺栓孔的扩孔。

（4）一个接头多个高强度螺栓穿入时方向应一致。垫圈有倒角的一侧应朝向螺栓头和螺母，螺母有圆台的一面应朝向垫圈，螺母和垫圈不应装反。

（5）高强度螺栓连接副在终拧以后，螺栓螺纹外露应为2～3扣，在全部的螺栓中允许有10％的螺栓螺纹外露1扣或4扣。

3. 紧固方法

1）大六角头高强度螺栓连接副紧固

大六角头高强度螺栓连接副一般采用扭矩法和转角法紧固。

（1）扭矩法。使用可直接显示扭矩值的专用扳手，分初拧和终拧两次拧紧。初拧扭矩为终拧扭矩的60％～80％，其目的是通过初拧，使接头各层钢板达到充分密贴，终拧扭矩把螺栓拧紧。

（2）转角法。其是根据构件紧密接触后，螺母的旋转角度与螺栓的预拉力成正比的关系确定的一种方法。操作时分初拧和终拧两次施拧。初拧可用短扳手将螺母拧致使构件靠拢，并做标记。终拧用长扳手将螺母从标记位置拧至规定的终拧位置。转动角度的大小在施工前由试验确定。

2）扭剪型高强度螺栓紧固

扭剪型高强度螺栓有一特制尾部，采用带有两个套筒的专用电动扳手紧固。紧固时用专用扳手的两个套筒分别套住螺母和螺栓尾部的梅花头，接通电源后，两个套筒按反向旋转，拧断尾部后即达相应的扭矩值。一般用定扭矩扳手初拧，用专用电动扳手终拧。

课题 5.4　钢结构安装工艺

5.4.1　概述

钢结构安装前应进行图纸会审，对施工的场地条件、钢构件核查等相关作业条件进行准备布置，以便于钢结构施工安装工作的顺利开展。

钢结构安装施工中除了起重设备外，还需采用校正构件安装偏差的千斤顶、用于垂直水平运输的卷扬机、用于固定缆风绳的地锚、用于起吊轻型构件的倒链等索具设备。

1. 钢结构工程安装方法

钢结构工程安装方法有分件安装法、节间安装法和综合安装法三种。

1）分件安装法

分件安装法是指起重机在节间内每开行一次仅安装一种或两种构件。例如，起重机第一次开行中先吊装全部柱子，并进行校正和最后固定。然后依次吊装地梁、柱间支撑、墙梁、吊车梁、托架（托梁）、屋架、天窗架、屋面支撑和墙板等构件，直至整个建筑物吊装完成。有时屋面板的吊装也可在屋面上单独用桅杆或屋面小吊车来进行。

分件吊装法的优点是起重机在每次开行中仅吊装一类构件，吊装内容单一，准备工作简单，校正方便，吊装效率高；有充分时间进行校正；构件可分类在现场顺序预制、排放，场外构件可按先后顺序组织供应；构件预制吊装、运输、排放条件好，易于布置；可选用起重量较小的起重机械，可利用改变起重臂杆长度的方法，分别满足各类构件吊装起重量和起升高度的要求。其缺点是起重机开行频繁，机械台班费用增加；起重机开行路线长；起重臂长度改变需一定的时间；不能按节间吊装，不能为后续工程及早提供工作面，阻碍了工序的穿插；相对的吊装工期较长；屋面板吊装有时需要有辅助机械设备。

分件吊装法适用于一般中小型厂房的吊装。

2）节间安装法

节间安装法是指起重机在厂房内一次开行中，分节间依次安装所有各类型构件，即先吊装一个节间柱子，并立即加以校正和最后固定，然后接着吊装地梁、柱间支撑、墙梁（连续梁）、吊车梁、走道板、柱头系统、托架（托梁）、屋架、天窗架、屋面支撑系统、屋面板和墙板等构件。一个（或几个）节间的全部构件吊装完毕后，起重机行进至下一个（或几个）节间，再进行下一个（或几个）节间全部构件的吊装，直至吊装完成。

节间安装法的优点是起重机开行路线短，起重机停机点少，停机一次可以完成一个（或几个）节间全部构件的安装工作，可为后期工程及早提供工作面，可组织交叉平行流水作业，缩短工期；构件制作和吊装误差能及时发现并纠正；吊装完一节间，校正固定一节间，结构整体稳定性好，有利于保证工程质量。其缺点是需用起重量大的起重机同时吊各类构件，不能充分发挥起重机效率，无法组织单一构件连续作业；各类构件需交叉配合，场地构件堆放拥挤，吊具、索具更换频繁，准备工作复杂；校正工作零碎，困难；柱

子固定时间较长，难以组织连续作业，使吊装时间延长，降低吊装效率；操作面窄，易发生安全事故。

节间安装法适用于采用回转式桅杆进行吊装，或特殊要求的结构（如门式框架）或某种原因局部特殊施工（如急需施工地下设施）时采用。

3）综合安装法

综合安装法是将全部或一个区段的柱头以下部分的构件用分件吊装法吊装，即柱子吊装完毕并校正固定，再按顺序吊装地梁、柱间支撑、吊车梁、走道板、墙梁、托架（托梁），接着按节间综合吊装屋架、天窗架、屋面支撑系统和屋面板等屋面结构构件。整个吊装过程可按三次流水进行，根据结构特性有时也可采用两次流水，即先吊装柱子，然后分节间吊装其他构件。吊装时通常采用两台起重机，一台起重量大的起重机用来吊装柱子、吊车梁、托架和屋面结构系统等，另一台用来吊装柱间支撑、走道板、地梁、墙梁等构件并承担构件卸车和就位排放工作。

综合安装法结合了分件安装法和节间安装法的优点，能最大限度地发挥起重机的能力和效率，缩短工期，是广泛采用的一种安装方法。

2. 钢结构工程安装工艺顺序及流水段划分

钢结构工程吊装顺序是先吊装竖向构件，后吊装平面构件。竖向构件吊装顺序为柱—连系梁—柱间支撑—吊车梁—托架等；单种构件吊装流水作业，既能保证体系纵列形成排架，稳定性好，又能提高生产效率；平面构件吊装顺序主要以形成空间结构稳定体系为原则，工艺流程如图5.17所示。

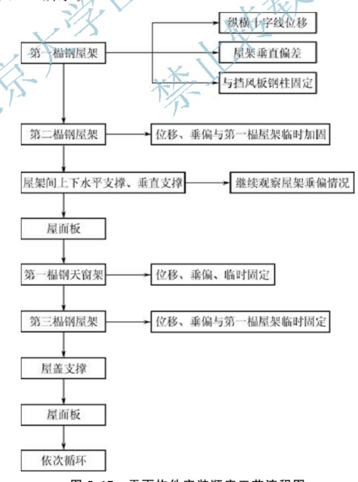


图5.17 平面构件安装顺序工艺流程图

平面流水段的划分应考虑钢结构在安装过程中的对称性和稳定性；立面流水以一节钢柱为单元。每个单元以主梁或钢支撑安装成框架为原则，其次是其他构件的安装。可以采用由一端向另一端进行的吊装顺序，既有利于安装期间结构的稳定，又有利于设备安装单位的进场施工。

履带式起重机跨内综合安装法如图 5.18 所示，其是按照吊装两层装配式框架结构的顺序来进行吊装的。起重机Ⅰ先安装 CD 跨间第 1～2 节间柱 1～4、梁 5～8 形成框架后，再吊装楼板 9，接着吊装第二层梁 10～13 和楼板 14，完成后起重机后退，依次同次吊装第 2～3、第 3～4 节间各层构件；起重机Ⅱ安装 AB、BC 跨柱、梁和楼板，顺序与起重机Ⅰ相同。

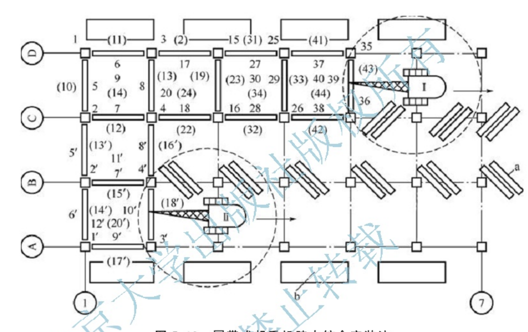


图 5.18　履带式起重机跨内综合安装法

a—柱预制、堆放场地；b—梁板堆放场地；1～44—起重机Ⅰ的吊装顺序；

1′～20′—起重机Ⅱ的吊装顺序井

注：带（　　）的为第 2 层梁板的吊装顺序。

塔式起重机跨外分件安装法如图 5.19 所示，其是按照分层分段流水吊装四层框架的顺序来进行吊装的，划分为四个吊装段进行。起重机先吊装第一吊装段的第一层柱 1～14，再吊装梁 15～33，形成框架；接着吊装第二吊装段的柱、梁，再吊装 1、2 段的楼板；接着进行第 3、4 段吊装，顺序同前。第一施工层全部吊装完成后，接着进行上层吊装。

3. 钢构件的运输和摆放

钢构件的运输和摆放内容如下。

（1）钢构件的运输可采用公路、铁路或海路运输。运输构件时，应根据构件的长度、重量断面形状、运输形式的要求选用合理的运输方式。

（2）大型或重型构件的运输宜编制运输方案。

（3）构件的运输顺序应满足构件吊装进度计划要求。

（4）钢构件的包装应满足构件不失散、不变形和装运稳定牢固的要求。

（5）构件装卸时，应按设计吊点起吊，并应有防止构件损伤的措施。

（6）钢构件中转堆放场，应根据构件尺寸、外形、重量、运输与装卸机械、场地条

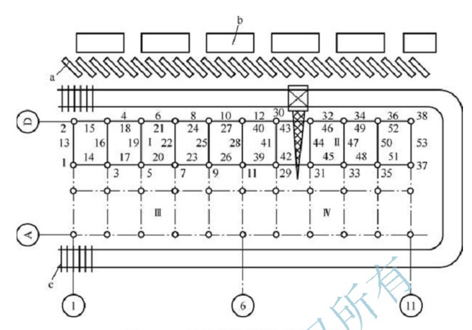


图 5.19 塔式起重机跨外分件安装法

a—柱预制、堆放场地；b—梁板堆放场地；c—塔式起重机轨道；

Ⅰ～Ⅳ—吊装段编号；1～53—构件吊装顺序

件，绘制平面布置图，并尽量减少搬运次数。

(7) 构件堆放场地应平整、坚实、排水良好。

(8) 构件应按种类、型号、安装顺序分区堆放。

(9) 构件堆放应确保不变形、不损坏、有足够的稳定性。

(10) 构件叠放时，其支点应在同一直线上，叠放层数不宜过高。



【参考视频】

5.4.2 钢柱安装

1. 首节钢柱的安装与校正

安装前，应对建筑物的定位轴线、首节柱的安装位置、基础的标高和基础混凝土的强度进行复检，合格后才能进行安装。

1) 柱顶标高调整

根据钢柱实际长度和柱底平整度，利用柱子底板下地脚螺栓上的调整螺母调整柱底标高，以精确控制柱顶标高，如图 5.20 所示。

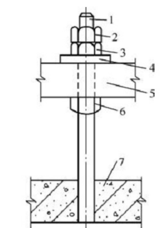


图 5.20 采用调整螺母控制标高

1—地脚螺栓；2—止退螺母；3—紧固螺母；4—螺母垫圈；5—柱子底板；6—调整螺母；7—钢筋混凝土基础

2) 纵横十字线对正

首节钢柱在起重机吊钩不脱钩的情况下，利用制作时在钢柱上画出的中心线与基础顶面十字线对正就位。

3) 垂直度调整

用两台呈 90°的经纬仪投点，采用缆风法校正。在校正过程中不断调整柱底板下螺母，校正完毕后将柱底板上面的两个螺母拧上，缆风松开，使柱身呈自由状态，再用经纬仪复核。如有小偏差，微调下螺母，无误后将上螺母拧紧。柱底板与基础面间预留的空隙，用无收缩砂浆以捻

浆法垫实。

2. 上节钢柱安装与校正

上节钢柱安装时，利用柱身中心线就位，为使上下柱不出现错口，尽量做到上、下柱定位轴线重合。上节钢柱就位后，按照先调整标高，再调整位移，最后调整垂直度的顺序校正。

校正时，可采用缆风校正法或无缆风校正法。目前多采用无缆风校正法，如图 5.21 所示，即利用塔式起重机、钢楔、垫板、撬棍及千斤顶等工具，在钢柱呈自由状态下进行校正。此法施工简单、校正速度快、易于吊装就位和确保安装精度。为适应无缆风校正法，应特别注意钢柱节点临时连接耳板的构造。上下耳板的间隙宜为 15～20mm，以便于插入钢楔。

1）标高调整

钢柱一般采用相对标高安装、设计标高复核的方法。钢柱吊装就位后，合上连接板，穿入大六角头高强度螺栓，但不夹紧，通过吊钩起落与撬棍拨动调节上下柱之间的间隙。量取上柱柱根标高线与下柱柱头标高线之间的距离，符合要求后在上下耳板间隙中打入钢楔限制钢柱下落。正常情况下，标高偏差调整至零。若钢柱制造误差超过 5mm，则应分次调整。

2）位移调整

钢柱定位轴线应从地面控制轴线直接引上，不得从下层柱的轴线引上。钢柱轴线偏移时，可在上柱和下柱耳板的不同侧面夹入一定厚度的垫板加以调整，然后微微夹紧柱头临时接头的连接板。钢柱的位移每次只能调整 3mm，若偏差过大只能分次调整。起重机至此可松开吊钩。校正位移时应注意防止钢柱扭转。

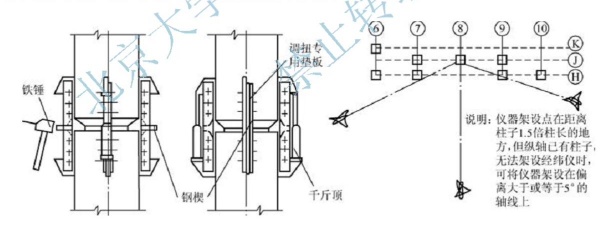


图 5.21　无缆风校正法示意图

3）垂直度调整

用两台经纬仪在相互垂直的位置投点，进行垂直度观测。调整时，在钢柱偏斜方向的同侧锤击钢楔或微微顶升千斤顶，在保证单节柱垂直度符合要求的前提下，将柱顶偏轴线位移校正至零，然后拧紧上下柱临时接头的大六角头高强度螺栓至额定扭矩。

注意：为达到调整标高和垂直度的目的，临时接头上的螺栓孔应比螺栓直径大 4.0mm。由于钢柱制造允许误差一般为－1～＋5mm，螺栓孔扩大后能有足够的余量将钢柱校正准确。

3. 钢梁的安装与校正

钢梁的安装与校正内容如下。

（1）钢梁安装时，同一列柱，应先从中间跨开始对称地向两端扩展；同一跨钢梁，应先安上层梁再安中下层梁。

（2）在安装和校正柱与柱之间的主梁时，可先把柱子撑开，跟踪测量、校正，预留接头焊接收缩量，这时柱产生的内力，在焊接完毕焊缝收缩后也就消失了。

（3）一节柱的各层梁安装好后，应先焊上层主梁后焊下层主梁，以使框架稳固，便于施工。一节柱（3层）的竖向焊接顺序是：上层主梁→下层主梁→中层主梁→上柱与下柱焊接。

每天安装的构件，应形成空间稳定体系，确保安装质量和结构安全。

5.4.3 楼层压型钢板安装

多高层钢结构楼板，一般多采用压型钢板与混凝土叠合层组合而成。一节柱的各层梁安装校正后，应立即安装本节柱范围内的各层楼梯，并铺好各层楼面的压型钢板，进行叠合楼板施工。楼层压型钢板安装工艺流程是：弹线→清板→吊运→布板→切割→压合→侧焊→端焊→封堵→验收→栓钉焊接。

1. 压型钢板安装铺设

压型钢板安装铺设内容如下。

（1）在铺板区弹出钢梁的中心线。主梁的中心线是铺设压型钢板固定位置的控制线，并决定压型钢板与钢梁熔透焊接的焊点位置；次梁的中心线决定熔透焊栓钉的焊接位置。因压型钢板铺设后难以观察次梁翼缘的具体位置，故将次梁的中心线及次梁翼缘反弹在主梁的中心线上，固定栓钉时再将其反弹在压型钢板上。

（2）将压型钢板分层分区按料单清理、编号，并运至施工指定部位。

（3）用专用软吊索吊运。吊运时，应保证压型钢板板材整体不变形、局部不卷边。

（4）按设计要求铺设。压型钢板铺设应平整、顺直、波纹对正，设置位置正确；压型钢板与钢梁的锚固支承长度应符合设计要求，且不应小于50mm。

（5）采用等离子切割机或剪板钳裁剪边角。裁减放线时，富余量应控制在5mm范围内。

（6）压型钢板固定。压型钢板与压型钢板侧板间连接采用咬口钳压合，使单片压型钢板间连成整板；然后用点焊将整板侧边及两端头与钢梁固定，最后采用栓钉固定。为了浇筑混凝土时不漏浆，端部肋应做封端处理。


【知识链接】

2. 栓钉焊接

为使组合楼板与钢梁有效地共同工作，抵抗叠合面间的水平剪力作用，通常采用栓钉穿过压型钢板焊于钢梁上。栓钉焊接的材料与设备有栓钉、焊接瓷环和栓钉焊机。

焊接时，先将焊接用的电源及制动器接上，把栓钉插入焊枪的长口，焊钉下端置入母材上面的瓷环内。按下焊枪电钮，栓钉被提升，在瓷环内产生电弧，在电弧发生后规定的时间内，用适当的速度将栓钉插入母材的融池内。焊完后，立即除去瓷环，并在焊缝的周围去掉卷边，检查焊钉焊接部位。栓钉焊接工序如图5.22所示。

栓钉焊接质量检查如下。

（1）外观检查。栓钉根部焊脚应均匀，焊脚立面的局部未熔合或不足360°的焊脚应进行修补。

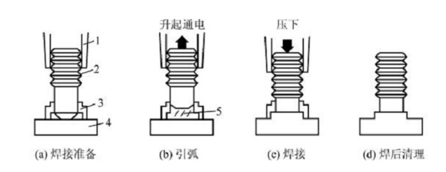


图 5.22　栓钉焊接工序

1—焊枪；2—栓钉；3—瓷环；4—母材；5—电弧

（2）弯曲试验检查。栓钉焊接后应进行弯曲试验检查，可用锤击使栓钉从原来轴线弯曲 30°或采用特制的导管将栓钉弯成 30°，若焊缝及热影响区没有肉眼可见的裂纹，即为合格。

压型钢板及栓钉安装完毕后，即可绑扎钢筋，浇筑混凝土。

5.4.4　轻型门式刚架结构工程

门式刚架结构是大跨度建筑常用的结构形式之一。轻型门式刚架结构是指主要承重结构采用实腹门式刚架，具有轻型屋盖和轻型外墙的单层房屋钢结构。

1. 刚架柱的安装

轻型门式刚架钢柱的安装顺序是：吊装单根钢柱→柱标高调整→纵横十字线位移→垂直度校正。

刚架柱一般采用一点起吊，吊耳放在柱顶处。为防止钢柱变形，也可两点或三点起吊。对于大跨度轻型门式刚架变截面 H 形钢柱，由于柱根小、柱顶大，头重脚轻，且重心是偏心的，因此安装固定后，为防止倾倒需加临时支撑。

2. 刚架斜梁的拼接与安装

轻型门式刚架斜梁的特点是跨度大（构件长）、侧向刚度小，为确保安装质量和安全施工，提高生产效率，减小劳动强度，应根据场地和起重设备条件，最大限度地将扩大拼装工作在地面完成。

刚架斜梁一般采用立放拼接，拼装程序是：将要拼接的单元放在拼装平台上→找平→拉通线→安装普通螺栓定位→安装高强度螺栓→复核尺寸，如图 5.23 所示。

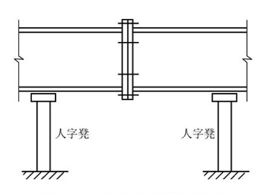


图 5.23　刚架斜梁拼接示意图

斜梁的安装顺序是先从靠近山墙的有柱间支撑的两榀刚架开始，刚架安装完毕后将其间的檩条、支撑、隅撑等全部装好，并检查其垂直度；然后以这两榀刚架为起点，向建筑物另一端顺序安装。除最初安装的两榀刚架外，所有其余刚架间的檩条、墙梁和檐檩的螺栓均应在校准后再拧紧。

斜梁的起吊应选好吊点，大跨度斜梁的吊点须经计算确定。斜梁可选用单机两点或三点、四点起吊，或用铁扁担以减小索具对斜梁产生的压力。对于侧向刚度小、腹板宽厚比大的斜梁，为防止构件扭曲和损坏，应采取多点起吊及双机抬升。

应用案例5-1

某机库72m长刚架主梁的吊装示意图，如图5.24所示。刚架主梁采用了如下吊装方案：在有支撑的跨间，将两榀梁都在地面拼装成36m长的半跨刚性单元（两半榀梁立放拼装，所有高强度螺栓终拧，除吊点处檩条外所有檩条和跨间支撑均安装到位），由两台汽车吊通过铁扁担吊起两个左半榀梁与各自轴线柱连接后，2号吊机使两个左半榀梁空中定位，1号吊机摘钩后与3号吊机吊起两个右半榀梁与各自轴线柱对接，最后对接中间节点，形成整体刚架。

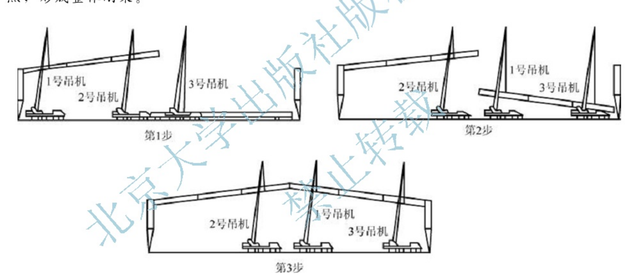


图5.24 刚架主梁吊装示意图

3. 檩条和墙梁的安装

轻型门式刚架结构的檩条和墙梁，一般采用卷边槽形、Z形冷弯薄壁型钢或高频焊接轻型H形钢。檩条和墙梁通常与焊接在刚架斜梁和柱上的角钢支托连接。檩条和墙梁端部与支托的连接螺栓不应少于两个。



【参考视频】

4. 彩钢夹芯板围护结构安装

轻型门式刚架结构中，目前主要采用彩钢夹芯板（也称彩钢保温板）作围护结构。彩钢夹芯板按功能不同分为屋面夹芯板和墙面夹芯板。屋面板和墙面板的边缘部位，要设置彩钢配件用来防风雨和装饰建筑外形。屋面配件有屋脊件、封檐件、山墙封边件、高低跨泛水件、天窗泛水件、屋面洞口泛水件等；墙面配件有转角件、板底泛水件、板顶封边件、门窗洞口包边件等。彩钢夹芯板安装方法如下。



【参考视频】

(1) 实测安装板材的长度，按实测长度核对对应板号的板材长度，必要时对该板材进行剪裁。

(2) 将提升到屋面的板材按排板起始线放置，并使板材的宽度标志线对准起始线；在板长方向两端排出设计要求的构造长度，如图 5.25 所示。

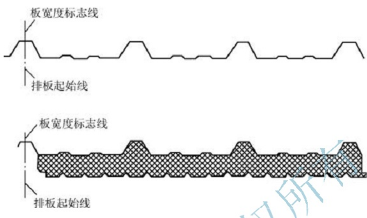


图 5.25　板材安装示意图

(3) 用紧固件紧固板材两端，然后安装第二块板。其安装顺序为先自左（右）至右（左)，后自上而下。

(4) 安装到下一放线标志点处时，复查本标志段内板材安装的偏差，满足要求后进行全面紧固。紧固自攻螺钉时应掌握紧固的程度，紧固过度会使密封垫圈上翻，甚至将板面压得下凹而积水；紧固不够会使密封不到位而出现漏雨。

(5) 安装完后的屋面应及时检查有无遗漏紧固点。

(6) 屋面板的纵、横向搭接，应按设计要求铺设密封条和密封胶，并在搭接处用自攻螺钉或带密封胶的拉铆钉连接，紧固件应设在密封条处。纵向搭接（板短边之间的搭接）时，可将夹芯板的底板在搭接处切掉搭接长度，并除去该部分的芯材。屋面板纵、横向连接节点构造如图 5.26 和图 5.27 所示。

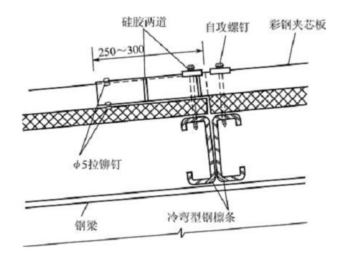
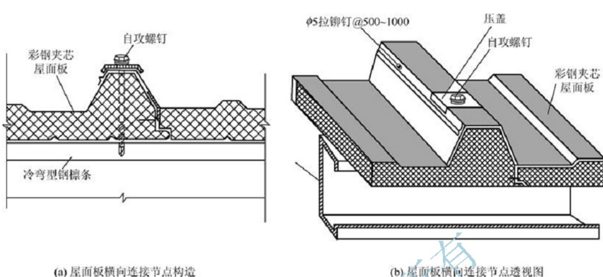


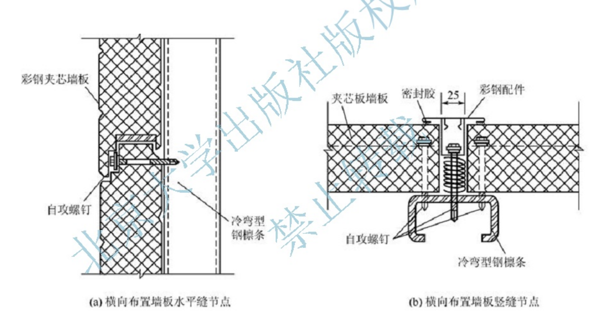
图 5.26　屋面板纵向连接节点

(7) 墙面板安装。夹芯板用于墙面时多为平板，一般采用横向布置，节点构造如图 5.28 所示。墙面板底部表面应低于室内地坪 30～50mm，且应在底面抹灰找平后安装，如图 5.29 所示。



(a) 屋面板横向连接节点构造 (b) 屋面板横向连接节点透视图

图 5.27 屋面板横向搭接节点



(a) 横向布置墙板水平缝节点 (b) 横向布置墙板竖缝节点

图 5.28 横向布置墙板水平缝与竖缝节点

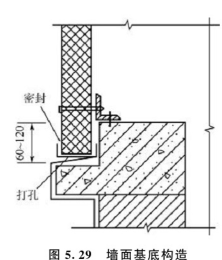


图 5.29 墙面基底构造



【知识链接】

课题 5.5 钢结构涂装施工

钢结构在常温大气环境中安装、使用，易被空气中水分、氧和其他污染物腐蚀。钢结构的腐蚀不仅造成经济损失，还直接影响到结构安全。另外，钢材由于其导热快、比热小，虽是一种不燃烧材料，但极不耐火。未加防火处理的钢结构构件在火灾温度下，温度上升很快，只需十几分钟，钢材温度就可达540℃以上，此时钢材的力学性能（如屈服点、抗拉强度、弹性模量及载荷能力等）都将急剧下降；达到600℃时，强度则几乎为零，钢构件不可避免地会扭曲变形，最终导致整个结构的垮塌毁坏。

因此，根据钢结构所处的环境及工作性能采取相应的防腐与防火措施，是钢结构设计与施工的重要内容。目前国内外主要采用涂料涂装的方法进行钢结构的防腐与防火。

5.5.1 钢结构防腐涂装工程

1. 钢材表面除锈等级与除锈方法

钢结构构件制作完毕，经质量检验合格后应进行防腐涂料涂装。涂装前钢材表面应进行除锈处理，以提高底漆的附着力，保证涂层质量。除锈处理后，钢材表面不应有焊渣、焊疤、灰尘、油污、水和毛刺等。

《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001) 规定，钢材表面的除锈方法和除锈等级应与设计文件采用的涂料相适应。当设计无要求时，钢材表面除锈等级应符合的规定见表 5-3。

表 5-3 各种底漆或防锈漆要求最低的除锈等级

涂料品种	除锈等级
油性酚醛、醇酸等底漆或防锈漆	St2
高氯化聚乙烯、氯化橡胶、氯磺化聚乙烯、环氧树脂、聚氨酯等底漆或防锈漆	Sa2
无机富锌、有机硅、过氧乙烯等底漆	Sa2 $\frac{1}{2}$

目前国内各大中型钢结构加工企业一般都具备喷、抛射除锈的能力，所以应将喷、抛射除锈作为首选的除锈方法，而手工和电动工具除锈仅作为喷射除锈的补充手段。随着科学技术的不断发展，不少喷、抛射除锈设备已采用微机控制，具有较高的自动化水平，并配有除尘器，消除粉尘污染。

2. 钢结构防腐涂料

钢结构防腐涂料是一种胶体溶液，涂敷在钢材表面，结成一层薄膜，使钢材与外界腐蚀介质隔绝。涂料分底漆和面漆两种。

底漆是直接涂在钢材表面上的漆，其含粉料多，基料少，成膜粗糙，与钢材表面黏结力强，与面漆结合性好。

面漆是涂在底漆上的漆，其含粉料少，基料多，成膜后有光泽，主要功能是保护下层底漆。面漆对大气和湿气有高度的不渗透性，并能抵抗腐蚀介质、阳光紫外线所引起的风化分解。

钢结构的防腐涂层，可由几层不同的涂料组合而成。涂料的层数和总厚度是根据使用条件来确定的，一般室内钢结构要求涂层总厚度为125μm，即底漆和面漆各两道。高层建筑钢结构一般处在室内环境中，而且要喷涂防火涂层，所以通常只刷两道防锈底漆。

3. 防腐涂装方法

钢结构防腐涂装，常用的施工方法有刷涂法和喷涂法两种。

(1) 刷涂法。应用较广泛，适宜于油性基料刷涂。因为油性基料虽干燥得慢，但渗透性大、流平性好，不论面积大小，刷起来都会平滑流畅。一些形状复杂的构件，使用刷涂法也比较方便。

(2) 喷涂法。施工工效高，适合于大面积施工，对于快干和挥发性强的涂料尤为适合。喷涂的漆膜较薄，为了达到设计要求的厚度，有时需要增加喷涂的次数。喷涂施工比刷涂施工涂料损耗大，一般要增加20%左右。



【参考视频】

5.5.2 钢结构防火涂装工程

钢结构防火涂料能够起到防火作用，主要有三个方面的原因：一是涂层对钢材起屏蔽作用，隔离了火焰，使钢构件不至于直接暴露在火焰或高温之中；二是涂层吸热后，部分物质分解出水蒸气或其他不燃气体，起到消耗热量、降低火焰温度和燃烧速度、稀释氧气的作用；三是涂层本身多孔轻质或受热膨胀后形成炭化泡沫层，热导率均在0.233W/(m·K)以下，阻止了热量迅速向钢材传递，推迟了钢材受热温升到极限温度的时间，从而提高了钢结构的耐火极限。

1. 厚涂型防火涂料涂装

1) 施工方法与机具

厚涂型防火涂料一般采用喷涂施工。机具可为压送式喷涂机或挤压泵，配有能自动调压的0.6～0.9m³/min的空压机，喷枪口径为6～12mm，空气压力为0.4～0.6MPa。局部修补可采用抹灰刀等工具手工抹涂。

2) 涂料的搅拌与配置

涂料的搅拌与配置内容如下。

(1) 由工厂制造好的单组分湿涂料，现场应采用便携式搅拌器搅拌均匀。

(2) 由工厂提供的干粉料，现场加水或用其他稀释剂调配，应按涂料说明书规定配比混合搅拌，边配边用。

(3) 由工厂提供的双组分涂料，应按配制涂料说明规定的配比混合搅拌，边配边用。特别是化学固化干燥的涂料，配制的涂料必须在规定的时间内用完。

(4) 搅拌和调配涂料，使稠度适宜，即能在输送管道中畅通流动，喷涂后又不会流淌和下坠。

3) 涂装施工操作

涂装施工操作内容如下。

(1) 喷涂应分2～5次完成，第一次喷涂以基本盖住钢材表面即可，以后每次喷涂厚度为5～10mm，一般以7mm左右为宜。通常情况下，每天喷涂一遍即可。

(2) 喷涂时，应注意移动速度，不能在同一位置久留，以免造成涂料堆积流淌；配料及往挤压泵加料应连续进行，不得停顿。

(3) 施工工程中，应采用测厚针检测涂层厚度，直到符合设计规定的厚度，方可停止喷涂。

(4) 喷涂后的涂层要适当维修，对明显的乳突，应采用抹灰刀等工具剔除，以确保涂层表面均匀。

2. 薄涂型防火涂料涂装

1) 施工方法与机具

薄涂型防火涂料涂装施工方法与机具如下。

(1) 喷涂底层、主涂层涂料，宜采用重力（或喷斗）式喷枪，配以能自动调压的 0.6～0.9m^3/min 的空压机。喷嘴直径为 4～6mm，空气压力为 0.4～0.6MPa。

(2) 面层装饰涂料，一般采用喷吐施工，也可以采用刷涂或滚涂的方法。喷涂时，应将喷涂底层的喷嘴直径换为 1～2mm，空气压力调为 0.4MPa。

(3) 局部修补或小面积施工，可采用抹灰刀等工具手工抹涂。

2) 涂装施工操作

涂装施工操作如下。

(1) 底层及主涂层一般应喷 2～3 遍，每遍间隔 4～24h，待前遍基本干燥后再喷后一遍。头遍喷涂以盖住基底面 70%即可，二、三遍喷涂每遍厚度不超过 2.5mm 为宜。施工工程中应采用测厚针检测涂层厚度，确保各部位涂层达到设计规定的厚度。

(2) 面层涂料一般涂饰 1～2 遍。若头遍从左至右喷涂，第二遍则应从右至左喷涂，以确保全部覆盖住下部主涂层。

应用案例 5-2

厂房钢结构施工方案

1. 工程概况

某公司主厂房位于某高技术产业开发区环市路北侧，总占地面积 29165.4m^2，主厂房建筑面积 8043.3m^2，其中 1～4 轴为二层钢筋混凝土结构，4～9 轴为钢筋混凝土柱钢结构屋盖结构，钢结构工程主要包括以下内容：实腹式托梁及屋盖横梁、钢天窗架、屋盖上弦横向水平支撑、天窗水平支撑、屋盖檩条及拉杆、单层隔热材料压型板屋盖和天沟等。

2. 技术说明

1) 材料说明

钢材：主材采用国际 Q235 型钢。

焊接材料：焊条采用 GB E4300～4313 手工电焊条；焊丝采用 GB H08 或 H08A 焊丝。

螺栓：构件连接螺栓均采用普通粗制螺栓（C 级），采用 Q235 钢制作。

屋面板：采用广州 BHP 公司生产的 BHP 双层压型板。

2) 制作、安装要求

制作、安装要求如下。

(1) 钢结构构件制作时均进行 1∶1 放样，如与图样有出入时以放样为准。

(2) 所有对接焊缝的拼接均与母材等强度，其余焊缝按二级要求进行检验。

(3) 构件制作、运输过程中发生的变形，应及时校正后方可进行安装。

3) 除锈与涂装

半成品制作前构件表面要进行打磨处理（除锈），涂刷醇酸红丹防锈底漆二道；制成

半成品后表面涂刷醇酸磁漆二道，颜色由甲方自定。

3. 施工及验收规范

(1)《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001)。

(2)《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2013)。

(3)《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB 50018—2002)。

(4)《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)。

(5)《空间网格结构技术规程》(JGJ 7—2010)。

(6)《建筑用压型钢板》(GB/T 12755—2008)。

(7)《建筑防腐蚀工程施工规范》(GB 50212—2014)。

(8)《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)。

(9)《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》(CECS 102—2002)。

4. 施工工艺流程

本工程钢结构构件的加工制作均在主厂房附近铺设的钢平台上完成，原材料由选定的厂家提供。制作工艺流程如图5.30所示。安装作业流程如图5.31所示。

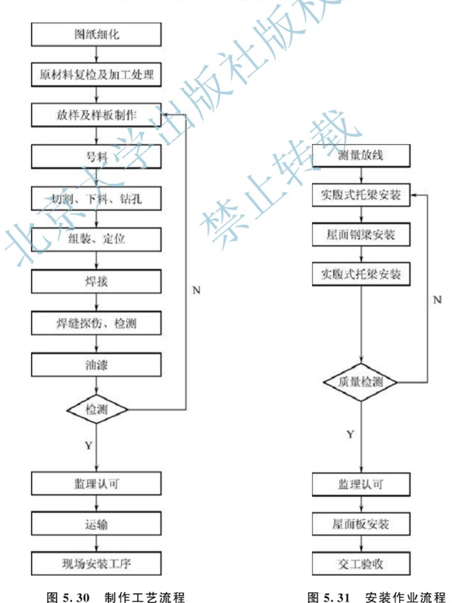


图5.30　制作工艺流程　　图5.31　安装作业流程

5. 钢结构的制作

由于本工程为一项集制作、运输和安装等的一揽子工程，故确定各分部分项工程施工工艺与方法是保证整个工程“安全、优质、高速”的关键，尤其是钢结构的制作，直接影响到工程的质量，所以必须牢牢地把握此环节。

1）细部设计

细部设计是制作过程中的最重要的环节之一，是将结构工程的初步设计细化为能直接进行加工制作图的过程。该工程钢结构制作细部设计的主要内容如下。

(1) 实腹式托梁和屋面钢梁的结构细化图，主要是屋面钢梁与托梁的连接节点图及屋面钢梁与钢天窗架的连接节点图。

(2) 钢天窗架的结构细化图，由于钢天窗架的结构较复杂，部分尺寸需由现场制作时放样来定，所以其相应的图样必须细化。

(3) 檩条及水平支撑细化图，主要是与钢梁的连接节点及水平支撑的组装图。

2）加工制作工艺

本屋盖钢结构面积为 8043.3m^2，其主要构件为屋面钢梁、实腹式托梁、檩条及钢天窗等，所以构件均按图纸要求进行加工制作（除天沟和屋面板由指定厂家定做以外）。

(1) 加工制作准备如图 5.32 所示。

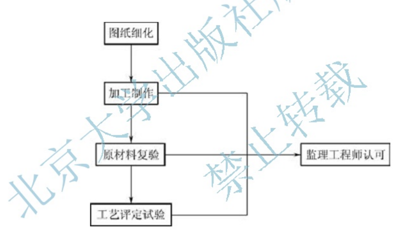


图 5.32　加工制作准备

(2) 材料处理。

① 表面处理。对于有除锈要求的构件，当钢板厚度 $t \leqslant 30$mm 时，应进行抛丸除锈并喷防锈底漆。

对于螺栓连接的啮合面，抛丸或喷丸除锈后不涂底漆让其自然生锈以提高其抗滑移系数（主要是屋面钢梁的拼接端面及钢梁与栓顶预埋件的接触处）。

② 钢板的矫平。为了保证构件制作的精度和外形尺寸公差，钢板应逐张在矫正机上矫平。

(3) 主要钢结构的制作。

① 构件制作所需的主要设备。半自动切割机（主要用于各种钢板的切割下料）、摇臂钻（用于孔洞的加工）、矫正机（用于钢板的矫平及其他构件的变形矫直）、折边机（主要用于钢梁下翼板的弯折成型）、端铣机（对梁的端面进行精加工）、埋弧自动焊机（用于各种直线状的对接焊缝和角接焊缝）、CO_2 气体焊机和直流焊机。

② 组合钢梁的制作。

a. 按要求检查、矫正钢材及进行表面处理。

b. 号料。

c. 按图纸尺寸及放样尺寸进行下料：托梁和屋面梁的腹板与上翼板都按图样尺寸整块切割下料；对于形状不规则的下翼板按放样尺寸整块下料，然后在折边机上弯折成图样所要求的形状；钢梁上的加筋板、连接板及牛腿等均按图纸尺寸下料。

d. 孔位画线，并在钻床上钻孔。

e. 将腹板和翼缘板在胎架上组装，先点焊连接，并定位。

f. 焊接。为了尽可能地减小焊接变形，除了保证钢板在胎架上定位可靠以外，还要采取较好的焊接工艺，采用两台焊机对称施焊；施焊方向应同时从一端向另一端展开；待第一面的焊缝基本冷却后，再翻身焊另一面。

g. 安装连接板、加筋板、牛腿等应先点焊连接，然后再全部焊接。

h. 对焊缝进行无损探伤检测和质量检测：探伤前需完成打磨、清除飞溅和孔边毛刺等清理工作，对不合格的焊缝要进行返修，但焊缝的同一处返修不得超过两次。

i. 涂刷油漆。

j. 质量检验。质量检验工作是对制作构件的最后验收，如发现有质量问题则必须进行及时修正。以保证所有的构件均为合格品，并做好质检记录和质量检测报告。此项工作最后必须由监理认可，而且此项及涂刷油漆项的工作适用于所有构件制作的最后工序。

③ 钢天窗架的制作。

a. 首先按图纸尺寸进行放样，定出所有零件的形状尺寸和装配尺寸，并对连接板等零件制作样板。

b. 号料。

c. 对槽钢、角钢进行切割下料，按样板尺寸对连接板进行切割下料。

d. 按要求的弧度尺寸对角钢进行煨弯加工。

e. 在平台上组装所有的零件，组装好以后，先以点焊连接，然后对各节点进行全部焊接，为防止焊接变形，必须采取相应的措施（如焊前固定等）。

f. 探伤、油漆及质量检验工作同上。

④ 天窗水平支撑、檩条的制作。按图纸要求的尺寸进行切割下料（连接板按照样板尺寸），再钻孔加工；对于天窗水平支撑，先组装两根角钢，以连接板连接并焊接好，然后再组装两端的连接板并焊接。

⑤ 天沟、屋面板及天窗板均在厂家定做，其质量由施工方负责检验，并由监理认可。

3）制造过程中的焊接工作

制作过程中的焊接工作内容如下。

（1）焊接材料的保管和使用。

a. 本工程所使用的焊接材料均应具有生产厂家的产品合格证。

b. 焊接材料使用前应按相应的规范和标准的要求，进烘箱焙烘后存入保温箱内备用。

c. 焊工需携焊条保温筒，随取随用；焊条放入保温筒 4h 未用完应退回烘箱，按要求重新焙烘后才能使用。

（2）焊接工艺评定。为了保证焊接质量，对于结构中的主要接头形式应根据《钢结构工程施工质量验收规范》（GB 50205—2001）的有关规定进行一系列的工艺评定，以确定最佳的焊接方法和焊接工艺规范参数来指导实际施工。



4）机械加工

机械加工内容如下。

(1) 机械加工表面的光洁度应满足施工图的要求。

(2) 钻孔时均应采用钻模，钻模上应标明一组孔的中心线和第一孔的横向中心线，以便钻模定位。钻孔时，钻模与工件之间应可靠固定。

(3) 钻成孔周边的毛刺应打磨干净。

(4) 钢梁的对接端面进行加工时，加工面与梁的中心线之间的偏差值和所要求的偏差值的差应小于1/500。

5）冷加工与热加工

(1) 火工矫正。在制作过程中所产生的较大变形必须采用火工矫正的方式。但在矫正时，当温度大于600℃时不允许浇水冷却。

(2) 弯料工作可以在常温下进行，也可以在加热的条件下进行，但加热弯料时不得在蓝脆温度（200～400℃）范围内进行。常温弯料时，弯曲半径应大于或等于2倍的板厚。弯料完成后应检查零件弯曲处有无开裂。

6）质量检查

质量检查内容如下。

(1) 钢结构构件制作完工后，应进行外形尺寸的检验，并符合《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001) 的有关要求。

(2) 对于焊缝质量，应按设计要求，对对接焊缝和要求焊透角焊缝应进行超声波探伤，并符合《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001) 的有关规定，对于不合格的焊缝，除了返修外，还应扩大探伤范围。同一焊缝最多只能返修两次。对所有焊缝均应进行外观检查，并符合《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001) 的有关规定。

(3) 对于《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001) 规范中没有明确规定的部分内容，可以参照美国国家标准《钢结构焊接规范（美标）》(ANSI/AWSD1.1—1992) 的有关规定进行检验。

7）标记与包装

每根构件制成后，都应标明构件的杆件号。标记字样尺寸为高150mm、宽120mm。汉字字样为仿宋体。字样应事先采用1mm的白铁皮制成以备使用。为了防止损坏构件表面的涂漆，对于运输及吊装过程中需捆绑的部位应采用麻袋等柔性物包裹，其他均为裸装。

6. 钢结构的安装

1）钢结构安装工程的施工准备工作

钢结构安装开工前应具备的条件如下。

(1) 混凝土施工。在钢结构安装开工前，土建混凝土柱的施工进度一定要满足全部施工进度的要求，而且要保证混凝土柱的结构强度达到支撑钢结构的设计强度要求以及柱顶预埋件的质量要求。

(2) 钢构件制作与堆放。钢构件的制作顺序应严格按照现场的钢结构安装顺序来安排，而且要保证现场堆放的半成品构件满足日吊装计划的要求。在现场事先按钢结构安装总平面图准备好一块平整、密实、排水良好、交通方便的钢构件堆场。钢梁、檩条、支撑

等主要构件运至该现场，应分类、分型号堆放整齐，保证取件方便并有专人负责发放。

(3) 机械设备。安装钢结构所使用的设备，如汽车式起重机、卷扬机、自制小车、电焊机等包括附件及随机用具要到达现场，并有专人负责检查保养，保证其运转性能良好、附件齐全。

(4) 连接件。钢结构的连接件如螺栓、焊条等到达现场专用仓库，由专人负责保管发放。

(5) 辅助材料及用具。安装钢结构所用的工具、设备、安全措施、防护用品及辅助材料，如氧气、乙炔、CO_2气体、铁丝、缆风绳、铁楔等准备齐全，运到现场专用仓库，并经检验合格，由专人保管发放。

(6) 三脚架及脚手架。用于拼装钢梁的三脚架及搭设作业平台用的脚手架料（钢管、螺栓、接头、脚手板等）运到现场，并由专业架子工配合搭设。

2) 吊装设备的选择与布置

根据本工程的吊装特点（起重量不大、起重高度不大等），进行设备的选择与布置时需认真考虑以下几点。

(1) 能满足本工程钢结构安装施工的整体工程量和进度的要求。

(2) 满足各榀构件吊装施工顺序的要求，保证各构件相互间不发生干扰的前提下，尽可能地布置合理。

(3) 满足最大起重构件的起重量要求。

(4) 满足最大吊装高度的要求。

(5) 满足以上各条件的情况下，考虑经济合理。

最终，选择与布置的吊装设备如下。

(1) 本工程选择用两台汽车式起重机（一台为25t，另一台为8t）完成所有钢结构的吊装施工。

(2) 汽车式起重机的布置。根据该主厂房结构布置的特点（即横向三连跨的屋架），在施工过程中按Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ区域依次进行安装施工。钢结构的安装施工实行流水作业，所以相应的汽车式起重机也必须按照流水作业的程序来布置。先用一台汽车式起重机（25t）先行吊装实腹式托梁和现场拼装好的屋面钢梁。另一台汽车式起重机（8t）滞后，用于吊装水平支撑、钢天窗架、檩条、拉杆、天沟和屋面板等构件。

3) 测量放线

对于土建施工的柱顶预埋铁件，须检测其平面和标高位置偏差。要求埋件偏位不大于5mm，标高误差小于5mm，轴线测设控制在$L/10000$以内。

由轴线控制桩测设每个柱顶的纵横轴线、钢梁的安装位置线，每个柱顶的轴线间距应使用钢尺整尺丈量，防止分段丈量的误差累积。

由基准点的标高检测预埋铁件的标高。当平面或标高偏差超出规范允许值时，混凝土面用高标号砂浆找平，预埋钢板表面用整块薄钢垫板调整。

4) 钢结构的吊装

钢结构的吊装分为钢梁和钢天窗架两部分。

(1) 钢梁的吊装。

① 钢梁的分段。屋面钢梁每跨平分为两段，采取现场拼装，然后整跨吊装，实腹式托梁采取整跨制作、吊装。

② 钢梁与柱以及钢梁与托梁的节点形式。钢梁与柱采用预埋螺栓临时连接，最后焊接。钢梁与托梁也采用螺栓临时连接，最后焊接。

③ 作业平台的搭设。在钢梁与柱以及钢梁与托梁的节点处均需搭设作业平台，可以利用土建施工的脚手架或自搭龙门架（沿柱的四周搭设），作业平台需铺设跳板，平台设在低于节点 1.2m 处。作业平台的安全维护措施要保证。

④ 实腹式托梁的吊装。

a. 倒运与放置。托梁直接倒运至其所跨接的两根柱附近，并沿其安装的轴线方向，平置于地面，下垫枕木。

b. 吊点的设置与准备。吊点的设置要考虑吊装简便、稳定可靠，还要避免钢梁发生变形。该钢梁采用钢丝绳捆绑吊装，吊点对称设置于托梁的两端部。为了防止钢梁起吊后在空中摆动以及便于吊装就位，需要在钢梁的两端各设置一根长约 15m 的麻绳，用于人工牵拉。

c. 起吊方式。采用汽车式起重机从地面平置位置直接起吊，一次性吊装到位。

d. 就位与临时连接。将托梁准确安装到轴线位置上方，通过柱顶预埋螺栓来临时固定。

⑤ 屋面钢梁的吊装。

a. 倒运与放置。屋面钢梁倒运至各施工区域（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ）内靠近边轴线（A、D、G）附近区域，沿 A、D、G 轴线方向平置（下垫枕木），然后进行现场拼装。此放置方式主要是考虑到不阻碍汽车式起重机工作的运行路线。

b. 拼装。利用四副三脚架将屋面钢梁进行拼装，通过倒链调整和人工辅助对接到位，上好螺栓临时连接，然后使此时要检测的整跨屋面钢梁的长度尺寸、扭曲度、侧弯度等控制在规范允许的范围以内，最后拧紧螺栓。

c. 吊点的设置与准备。吊点对称设置，采用钢丝绳捆绑吊装。

d. 起吊方式。屋面钢梁拼装好以后，用汽车式起重机直接从拼装位置起吊（此时钢梁沿 A、D、G 轴线方向），然后吊臂沿顺时针方向转过 90°，最后吊装到位。

e. 就位与临时固定。屋面钢梁就位后，校正使其轴线误差控制在规范允许的范围以内，然后通过柱顶锚栓和连接螺栓临时固定。

(2) 钢天窗架的吊装。

a. 钢天窗架与屋面梁采用耳板临时连接过渡，就位准确后进行焊接。

b. 吊点设置与起吊方式。钢天窗架整体吊装，先将钢天窗架在地面枕木垫块上直立起来，然后起吊，吊点对称设置于两个十字形节点处，用钢丝绳捆绑吊装。

c. 就位与临时连接。钢天窗架吊装到位后与屋面钢梁上的牛腿以螺栓临时连接固定。

(3) 天窗水平支撑、檩条及拉杆等的吊装。均采取整根吊装，到位后以螺栓连接。

(4) 天沟、屋面板及天窗板的吊装。由厂家供应的这些构件吊装搁置在屋面檩条上后，由人工进行安装。

5) 钢结构的安装校正

钢结构的安装校正内容如下。

(1) 钢梁的安装校正。实腹式托梁与屋面钢梁吊装并临时固定完成后，应在测量工的监视下，利用千斤顶、倒链及铁楔等对钢梁的轴线偏差、垂直度偏差、直线度、挠度进行校正，使安装误差控制在允许的范围内。

钢梁的轴线度、垂直度、直线度、挠度均可通过经纬仪、水准仪来达到测量校正的目的。

(2) 檩条的安装校正。主要以水平尺来校正其平直度、以拉线来控制其标高，保证所有的檩条在同一屋面平面上。以钢垫块和拉杆来进行安装调整。

(3) 钢天窗架的校正。主要以放线来控制其相对于屋脊梁的偏差，以直尺和水平尺控制其相对于屋面梁的标高。

(4) 水平支撑等的校正。主要以直尺来控制，通过花篮螺钉来调整。

单元小结

本单元内容包括钢结构的制作工艺、钢结构的安装、钢结构连接施工工艺、钢结构安装工艺、钢结构涂装工艺等部分。熟悉钢结构的制作及安装常用的机具、构件制作加工工艺、安装及涂装工艺，以保证钢结构施工的顺利进行。

钢结构构件由于类型多、技术复杂、制作工艺要求严格，一般均由专业工厂来加工制作。钢结构构件的加工制作，包括加工制作前的准备、零件加工、构件组装、成品表面处理等。

钢结构连接主要采用焊接和高强度螺栓连接。钢结构焊接广泛使用的是电弧焊，在电弧焊中又以手工焊、埋弧自动焊、半自动焊、CO_2气体保护焊为主；在某些特殊场合，则必须使用电渣焊。焊接工艺要点包括焊接工艺设计、焊条烘烤、定位点焊、焊前预热、焊接顺序确定、焊后热处理等。高强度螺栓分为大六角头高强度螺栓（扭矩形高强度螺栓）和扭剪型高强度螺栓两种。高强度螺栓连接包括螺栓安装和紧固两个程序。

多层及高层钢结构工程规模大、结构复杂、工期长、专业性强，其安装施工应根据建筑物的平面形状、结构形式、安装机械的数量和位置等，合理划分安装施工流水区段，确定安装顺序，编制构件安装顺序表。多层及高层钢结构施工，主要包括构件吊点设置与起吊、构件安装与校正、楼层压型钢板安装等。

轻型门式刚架结构工程包括门式刚架结构的安装和彩板围护结构安装。门式刚架结构是大跨建筑常用的结构形式之一，属平面杆系结构。门式刚架结构安装工艺流程为：钢柱安装→钢柱校正→斜梁地面拼装→斜梁安装、临时固定→钢柱重校→高强度螺栓紧固→复校→安装檩条、拉杆→钢结构验收。

彩钢板围护结构是指将彩色有机涂层钢板按设计要求经工厂或现场加工成的屋面板或墙面板，用各种紧固件和各种泛水配件组装成的围护结构。其安装施工过程包括：放线、板材安装、门窗安装、配件安装等。配件的安装时，应作二次放线。

钢结构的防腐与防火，目前主要采用涂料涂装的方法。钢结构构件防腐涂装前，钢材表面应进行除锈处理。除锈方法可分为喷射或抛射除锈、手工和动力工具除锈、火焰除锈三种类型。钢结构防腐涂装，常用的施工方法有刷涂法和喷涂法两种。钢结构防火涂装前钢材表面应除锈，并根据设计要求涂装防腐底漆。防火涂料按涂层的厚度分为薄涂型钢结构防火涂料和厚涂型钢结构防火涂料两类。薄涂型防火涂料和厚涂型防火涂料一般均采用喷涂法施工。

推荐阅读资料

1.《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001)

2.《建筑用压型钢板》(GB/T 12755—2008)

3.《建筑防腐蚀工程施工规范》(GB 50212—2014)

4.《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)

5.《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》(CECS 102—2002)



习题

一、单选题

1. 熔点较高的金属宜采用的切割方法是(　　)。

A. 机械切割法　　B. 气割法　　C. 砂轮切割法　　D. 等离子切割法

2. 钢结构拼装前的主要准备工作是(　　)。

A. 检查剖口截面　　B. 测量放线

C. 卡具、角钢的数量　　D. 施工流向

3. 较厚的钢结构构件通常要开坡口,其目的不是(　　)。

A. 提高焊接质量　　B. 使根部能够焊透

C. 易于清除熔渣　　D. 减小焊接热影响范围

4. 关于普通螺栓级别的说法正确的是(　　)。

A. A级螺栓是精制螺栓　　B. C级螺栓是精制螺栓

C. A、B级均为精制螺栓　　D. B级螺栓为半粗质螺栓

5. 高强度螺栓与普通螺栓之间的主要区别是(　　)。

A. 是否抗剪　　B. 抗腐蚀性好　　C. 耐火性好　　D. 是否铆接

6. 钢结构螺栓紧固时必须从中心开始施拧,同时还要求(　　)。

A. 不对称施拧　　B. 对称施拧

C. 先松后紧施拧　　D. 强力一次施拧

7. 钢结构焊缝热裂纹的防止措施之一是控制焊缝的(　　)。

A. 宽度　　B. 长度　　C. 化学成分　　D. 厚度

8. 螺栓长度大小通常是指螺栓螺头内侧到螺杆端头的长度,一般都是以(　　)mm进制。

A. 2　　B. 5　　C. 3　　D. 10

9. 在用高强度螺栓进行钢结构安装中,(　　)连接是目前被广泛采用的基本连接形式。

A. 摩擦型　　B. 摩擦-承压型

C. 承压型　　D. 张拉型

10. 钢结构安装时,螺栓的紧固次序应按(　　)进行。

A. 从两边对称向中间　　B. 从中间开始,对称向两边

C. 从一端向另一端　　D. 从中间向四周扩散

11. 对钢结构构件进行涂饰时,(　　)适用于油性基料的涂料。

A. 弹涂法　　B. 刷涂法　　C. 擦拭法　　D. 喷涂法

12. 对钢结构构件进行涂饰时,(　　)适用于快干性和挥发性强的涂料。

A. 弹涂法　　B. 刷涂法　　C. 擦拭法　　D. 喷涂法

13. 钢结构防火涂料的黏结强度及(　　)应符合国家现行标准的规定。

A. 抗压强度　　B. 抗拉强度　　C. 抗剪强度　　D. 拉伸长度

14. 当钢屋架（天窗架）安装过程中垂直偏差过大时，应在屋架间加设（　　），以增强稳定性。

A. 垂直支撑　　B. 水平支撑　　C. 剪刀撑　　D. 斜向支撑

15. 在钢结构安装过程中，为防止焊接时夹渣、未焊透、咬肉，焊条应在（　　）℃下烘 2h。

A. 500　　B. 200　　C. 300　　D. 400

16. 钢结构施工中，螺杆、螺母和垫圈应配套使用，螺纹应高出螺帽（　　）扣，以防使用松扣降低顶紧力。

A. 2　　B. 3　　C. 4　　D. 5

17. 钢结构涂装后至少在（　　）h 内应保护免受雨淋。

A. 1　　B. 2　　C. 3　　D. 4

二、多选题

1. 钢结构采用螺栓连接时，常用的连接形式主要有（　　）连接。

A. 平接　　B. 搭接　　C. T 形

D. Y 形　　E. X 形

2. 在高强螺栓施工中，摩擦面的处理方法有（　　）。

A. 喷砂（丸）法　　B. 化学处理-酸洗法

C. 砂轮打磨法　　D. 汽油擦拭法

E. 钢丝刷人工除锈

3. 钢结构构件的防腐施涂的顺序一般是（　　）。

A. 先上后下　　B. 先易后难　　C. 先左后右

D. 先阴角后阳角　　E. 先内后外

4. 钢结构组装的方法包括地样法和（　　）。

A. 仿形复制装配法　　B. 立装法

C. 卧装法　　D. 胎模装配法

E. 顺序装配法

5. 钢结构的主要焊接方法有（　　），在施工现场安装时常用的是（　　）。

A. 电阻焊　　B. 电弧焊　　C. 气焊

D. 埋弧焊　　E. 电渣压力焊

6. 高强度螺栓连接施工的主要检验项目包括螺栓实物最小荷载检验以及（　　）。

A. 扭剪型高强度螺栓连接副预应力复验

B. 高强度螺栓连接副扭矩检验

C. 高强度大六角头螺栓连接副扭矩系数复验

D. 高强度螺栓连接摩擦面的抗滑系数检验

E. 高强度螺栓抗拉强度验算

7. 为防止焊接时夹渣、未焊透、咬肉，最后一层焊缝距母材表面间距符合要求的是（　　）mm。

A. 1　　B. 1.5　　C. 2

D. 2.5　　E. 3

8. 焊接件材质和焊条不明时，应进行（　　），合格后才能使用。

A. 可焊性检验　　B. 机械性能检验

C. 焊条直径检验　　D. 焊接件材质厚度检验

E. 化学分析

9. 钢结构的优点主要有（　　）。

A. 强度高　　B. 自重轻　　C. 耐火性好

D. 质地均匀　　E. 可靠性高

三、简答题

1. 钢结构加工机具有哪些？
2. 什么叫放样、画线？零件加工主要有哪些工序？
3. 钢构件组装的一般要求是什么？
4. 钢结构焊接的类型主要有哪些？简述钢结构焊接的工艺要点。
5. 高强度螺栓主要有哪两种类型？简述高强度螺栓连接的安装工艺和紧固方法。
6. 简述多层及高层钢结构安装施工流水段的划分原则及构件安装顺序。
7. 多层及高层钢结构构件是如何进行吊点设置与起吊的？
8. 简述多层及高层钢结构构件的安装与校正方法。
9. 简述多层及高层钢结构工程楼层压型钢板的安装工序。
10. 简述门式刚架结构的安装工艺流程。
11. 简述彩钢板围护结构屋面板的安装工序。
12. 钢材表面除锈等级分为哪三种类型？防腐涂装主要采用哪两种施工方法？
13. 钢结构防火涂料按涂层的厚度分为哪两类？主要施工方法是什么？

单元6

防水及屋面工程施工

教学目标

了解建筑物防水工程的构造组成及有关规定；熟悉防水施工顺序及防水工程施工中容易出现的常见质量问题及质量验收规范；掌握一般建筑防水工程的常规施工工艺、施工方法及原理；能选择和制定常规防水工程合理的施工方案、编写一般建筑防水工程施工技术交底；能进行常规防水工程的质量检验。

教学要求

能力目标	知识要点	权重
掌握地下防水施工工艺和质量标准要求	地下防水施工	30%
掌握室内防水施工工艺及施工质量标准要求	室内防水施工	10%
熟悉外墙防水施工工艺	外墙防水施工	15%
熟悉屋面工程施工工艺流程及操作要求	屋面工程施工	25%
熟悉雨期施工和冬期施工措施	雨期施工和冬期施工措施	20%



引例

随着近年来我国建筑技术的发展，大跨度、轻型和高层建筑日益增多，屋面结构的造型变化多样，地下建筑应用广泛，而停车场、运动场、花园等屋面的出现，又使屋面功能大大增加，但是自20世纪80年代以来，房屋渗漏成为我国工程建设中非常突出的问题。在原建设部组织的对各地区竣工房屋的调查中，发现屋面存在不同程度渗漏的占抽查总数的35%。房屋渗漏直接影响到房屋的使用功能与用户安全，也给国家造成了巨大经济损失。在房屋渗漏治理过程中，由于措施不当，效果不好，以致出现“年年漏、年年修，年年修、年年漏”的现象。

思考：对于建筑物渗漏水问题如何预防和解决？

课题6.1　地下工程防水施工

6.1.1　防水方案

目前，地下防水工程的方案主要有以下几种。

(1) 采用防水混凝土结构。通过调整配合比或掺入外加剂等方法，来提高混凝土本身的密实度和抗渗性，使其成为具有一定防水能力的整体式混凝土或钢筋混凝土结构。

(2) 在地下结构表面另加防水层。如抹水泥砂浆防水层或贴涂料防水层等。

(3) 采用防水加排水措施。排水方案通常可用盲沟排水、渗排水与内排法排水等方法把地下水排走，以达到防水的目的。

《地下防水工程质量验收规范》(GB 50208—2011) 根据防水工程的重要性、使用功能和建筑物类别的不同，按围护结构允许渗漏水的程度，将地下工程防水等级分为四级，各级标准应符合表6-1的要求。

表6-1　地下工程防水等级标准

防水等级	防水标准
一级	不允许渗水，结构表面无湿渍
二级	(1) 不允许漏水，结构表面可有少量湿渍 (2) 房屋建筑地下工程：总湿渍面积不应大于总防水面积（包括顶板、墙面、地面）的1/1000；任意100m² 防水面积上的湿渍不超过2处，单个湿渍的最大面积不大于0.1m² (3) 其他地下工程：湿渍总面积不应大于总防水面积的2/1000；任意100m² 防水面积上的湿渍不超过3处，单个湿渍的最大面积不大于0.2m²；其中，隧道工程平均渗水量不大于0.05L/(m²·d)，任意100m² 防水面积上的渗水量不大于0.15L/(m²·d)
三级	(1) 有少量漏水点，不得有线流和漏泥沙 (2) 任意100m² 防水面积上的漏水或湿渍点数不超过7处，单个漏水点的最大漏水量不大于2.5L/d，单个湿渍的最大面积不大于0.3m²
四级	(1) 有漏水点，不得有线流和漏泥沙 (2) 整个工程平均漏水量不大于2L/(m²·d)，任意100m² 防水面积上的平均漏水量不大于4L/(m²·d)

6.1.2 防水混凝土施工


【参考视频】

1. 防水混凝土的基本要求

防水混凝土的基本要求如下。

(1) 防水混凝土可通过调整配合比，或掺加外加剂、掺合料等措施配制而成，其抗渗等级不得小于 P6。

(2) 防水混凝土的施工配合比应通过试验确定，试配混凝土的抗渗等级应比设计要求提高 0.2MPa。

(3) 防水混凝土应满足抗渗等级要求，并应根据地下工程所处的环境和工作条件，满足抗压、抗冻和抗侵蚀性等耐久性要求。

防水混凝土结构是指因本身的密实性而具有一定防水能力的整体式混凝土或钢筋混凝土结构。防水混凝土适用于有防水要求的地下整体式混凝土结构。

防水混凝土一般分为普通防水混凝土、外加剂防水混凝土和膨胀剂或膨胀水泥防水混凝土三大类。外加剂防水混凝土又分为引气剂防水混凝土、减水剂防水混凝土、三乙醇胺防水混凝土、氯化铁防水混凝土等。

2. 防水混凝土施工内容

防水混凝土施工内容如下。

1) 防水混凝土施工缝的处理

防水混凝土应连续浇筑，宜少留施工缝。当留设施工缝时，应符合下列规定。

(1) 墙体水平施工缝不应留在剪力最大处或底板与侧墙的交接处，应留在高出底板表面不小于 300mm 的墙体上。拱（板）墙结合的水平施工缝，宜留在拱（板）墙接缝线以下 150～300mm 处。墙体有顶留孔洞时，施工缝距孔洞边缘不应小于 300mm。

(2) 垂直施工缝应避开地下水和裂隙水较多的地段，并宜与变形缝相结合。

2) 防水混凝土的施工工艺

防水混凝土的施工工艺如下。

(1) 模板安装。防水混凝土所有模板，除满足一般要求外，应特别注意模板拼缝严密不漏浆，构造应牢固稳定，固定模板的螺栓（或铁丝）不宜穿过防水混凝土结构。固定模板用的螺栓必须穿过混凝土结构时，可采用工具式螺栓、螺栓加堵头、螺栓上加焊方形止水环等做法。止水环尺寸及环数应符合设计规定。如设计无规定，则止水环应为 10cm×10cm 的方形止水环，且不少于一环。

① 工具式螺栓做法。用工具式螺栓将固定模板用螺栓固定并拉紧，以压紧固定模板。拆模时将工具式螺栓取下，再以嵌缝材料及聚合物水泥砂浆将螺栓凹槽封堵严密，如图 6.1 所示。

② 螺栓加焊止水环做法。在对拉螺栓中部加焊止水环，止水环与螺栓必须满焊严密。拆模后应沿混凝土结构边缘将螺栓割断，如图 6.2 所示。此法将消耗所用螺栓。

③ 预埋套管加焊止水环做法。套管采用钢管，其长度等于墙厚（或其长度加上两端垫木的厚度之和等于墙厚），兼具撑头作用，以保持模板之间的设计尺寸。止水环在套管上满焊严密。支模时在预埋套管中穿入对拉螺栓拉紧固定模板。拆模后将螺栓抽出，套管内以膨胀水泥砂浆封堵密实。套管两端有垫木的，拆模时连同垫木一并拆除，除密实封堵

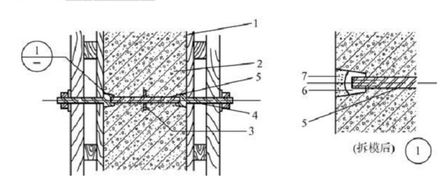


图 6.1　工具式螺栓做法

1—模板；2—结构混凝土；3—工具式螺栓；4—固定模板用螺栓；

5—嵌缝材料；6—密封材料；7—聚合物水泥砂浆

套管外，还应将两端垫木留下的凹坑用同样的方法封实，如图 6.3 所示。此法可用于抗渗要求一般的结构。

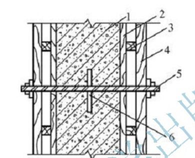


图 6.2　螺栓加焊止水环做法

1—围护结构；2—模板；3—小龙骨；

4—大龙骨；5—螺栓；6—止水环

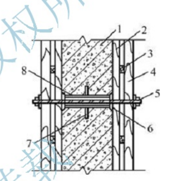


图 6.3　预埋套管加焊止水环做法

1—防水结构；2—模板；3—小龙骨；

4—大龙骨；5—螺栓；6—垫木；

7—止水环；8—预埋套管

(2) 钢筋施工。钢筋施工前做好钢筋绑扎前的除污、除锈工作。绑扎钢筋时，应按设计规定留足保护层，且迎水面钢筋保护层厚度不应小于 50mm。应以相同配合比的细石混凝土或水泥砂浆制成垫块，将钢筋垫起，以保证保护层厚度。严禁以垫铁或钢筋头垫钢筋，或将钢筋用铁钉及铁丝直接固定在模板上。钢筋应绑扎牢固，避免因碰撞、振动使绑扣松散、钢筋移位，造成露筋。钢筋及绑扎铁丝均不得接触模板。采用铁马凳架设钢筋时，在不便取掉铁马凳的情况下，应在铁马凳上加焊止水环。在钢筋密集的情况下，更应注意绑扎或焊接质量，并用自密实高性能混凝土浇筑。

(3) 混凝土搅拌。选定配合比时，其试配要求的抗渗强度值应较其设计值提高 0.2MPa，并准确计算及称量每种用料，投入混凝土搅拌机。外加剂的掺入方法应遵从所选外加剂的使用要求。

(4) 混凝土运输。混凝土运输过程中应采取措施防止混凝土拌合物产生离析，以及坍落度和含气量的损失，同时要防止漏浆。

防水混凝土拌合物在常温下应于 0.5h 以内运至现场；运送距离较远或气温较高时，可掺入缓凝型减水剂，缓凝时间宜为 6～8h。

(5) 混凝土的浇筑和振捣。在结构中若有密集管群，以及预埋件或钢筋稠密之处，不

易使混凝土浇捣密实时，应选用免振捣的自密实高性能混凝土进行浇筑。

在浇筑大体积结构中，遇有预埋大管径套管或面积较大的金属板时，其下部的倒三角形区域不易浇捣密实而形成空隙，造成漏水，为此，可在管底或金属板上预先留置浇筑振捣孔，以利于浇捣和排气，浇筑后再将孔补焊严密。

混凝土浇筑应分层进行，每层厚度不宜超过30～40cm，相邻两层浇筑时间间隔不应超过2h，夏季可适当缩短。混凝土在浇筑地点须检查坍落度，每工作班至少检查两次。普通防水混凝土坍落度不宜大于50mm。

防水混凝土必须采用高频机械振捣，振捣时间宜为10～30s，以混凝土泛浆和不冒气泡为准，要振捣密实，避免漏振、欠振和超振。掺加引气剂或引气型减水剂时，应采用高频插入式振捣器振捣密实。

(6) 混凝土的养护。防水混凝土的养护对其抗渗性能影响极大，特别是早期湿润养护更为重要，一般在混凝土进入终凝（浇筑后4～6h）时即应覆盖，浇水湿润养护不少于14d。防水混凝土不宜用电热法养护和蒸汽养护。

(7) 模板拆除。由于防水混凝土要求较严，因此不宜过早拆模。拆模时混凝土的强度必须超过设计强度等级的70%，混凝土表面温度与环境之差不得大于15℃，以防止混凝土表面产生裂缝。拆模时应注意勿使模板和防水混凝土结构受损。

(8) 防水混凝土结构的保护。地下工程的结构部分拆模后，经检查合格后，应及时回填。回填前应将基坑清理干净，无杂物且无积水。回填土应分层夯实。地下工程周围800mm以内宜用灰土、黏土或粉质黏土回填；回填土中不得含有石块、碎砖、灰渣、有机杂物及冻土；回填施工应均匀对称进行。回填后地面建筑周围应做不小于800mm宽的散水，其坡度宜为5%，以防地表水侵入地下工程。

完工后的防水结构，严禁再在其上打洞。若结构表面有蜂窝麻面，应及时修补。修补时应先用水冲洗干净，涂刷一道水胶比为0.4的水泥浆，再用水胶比为0.5的1∶2.5水泥砂浆填实抹平。

6.1.3 水泥砂浆防水层施工

1. 防水砂浆

防水砂浆包括聚合物水泥防水砂浆、掺外加剂或掺合料的防水砂浆，宜采用多层抹压法施工。水泥砂浆防水层可用于地下工程主体结构的迎水面或背水面，不应用于受持续振动或温度高于80℃的地下工程防水。水泥砂浆防水层应在基础垫层、初期支护、围护结构及内衬结构验收合格后施工。

水泥砂浆的品种和配合比设计应根据防水工程要求确定。聚合物水泥防水砂浆层厚度单层施工宜为6～8mm，双层施工宜为10～12mm；掺外加剂或掺合料的防水砂浆层厚度宜为18～20mm。水泥砂浆防水层的基层混凝土强度或砌体用的砂浆强度均不应低于设计值的80%。

2. 防水砂浆的施工要求

1) 一般要求

防水砂浆施工的一般要求如下。

(1) 基层表面应平整、坚实、清洁，并应充分湿润、无明水。基层表面的孔洞、缝隙，应采用与防水层相同的防水砂浆堵塞并抹平。施工前应将预埋件、穿墙管预留凹槽内

嵌填密封材料后，再对水泥砂浆层进行施工。

(2) 防水砂浆的配合比和施工方法应符合所掺材料的相关规定，其中聚合物水泥防水砂浆的用水量应包括乳液中的含水量。水泥砂浆防水层应分层铺抹或喷射，铺抹时应压实、抹平，最后一层表面应提浆压光。聚合物水泥防水砂浆拌和后应在规定时间内用完，施工中不得任意加水。

(3) 水泥砂浆防水层各层应紧密黏合，每层宜连续施工；必须留设施工缝时，应采用阶梯坡形槎，但离阴阳角处的距离不得小于 200mm。

(4) 水泥砂浆防水层不得在雨天、五级及以上大风中施工。冬期施工时，气温不应低于 5℃。夏季不宜在 30℃以上或烈日照射下施工。

(5) 水泥砂浆防水层终凝后，应及时进行养护，养护温度不宜低于 5℃，并应保持砂浆表面湿润，养护时间不得少于 14d。

(6) 聚合物水泥防水砂浆未达到硬化状态时，不得浇水养护或直接受雨水冲刷，硬化后应采用干湿交替的养护方法。潮湿环境中，可在自然条件下养护。

2) 基层处理

基层处理十分重要，是保证防水层与基层表面结合牢固、不空鼓和密实不透水的关键。基层处理包括清理、浇水、刷洗、补平等工序，使基层表面保持潮湿、清洁、平整、坚实、粗糙。

(1) 混凝土基层的处理。

① 新建混凝土工程处理。拆除模板后，立即用钢丝刷将混凝土表面刷毛，并浇水冲刷干净。

② 旧混凝土工程处理。补做防水层时需用钻子、剁斧、钢丝刷将表面凿毛，清理平整后再冲水，用棕刷刷洗干净。

③ 混凝土基层表面凹凸不平、蜂窝孔洞的处理。超过 1cm 的棱角及凹凸不平处，应剔成慢坡形，并浇水清洗干净，用素灰和水泥砂浆分层找平（图 6.4）。混凝土表面的蜂窝孔洞，应先将松散不牢的石子除掉，浇水冲洗干净，用素灰和水泥砂浆交替抹到与基层面相平（图 6.5）。混凝土表面的蜂窝麻面不深，石子黏结较牢固，只需用水冲洗干净后，用素灰打底，水泥砂浆压实找平即可（图 6.6）。

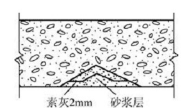


图 6.4　基层凹凸不平的处理

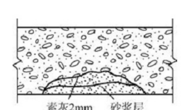


图 6.5　蜂窝孔洞的处理

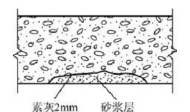


图 6.6　蜂窝麻面的处理

④ 混凝土结构的施工缝要沿缝剔成八字形凹槽，用水冲洗后，用素灰打底，水泥砂浆压实抹平，如图6.7所示。

(2) 砖砌体基层的处理。对于新砌体，应将其表面残留的砂浆等污物清除干净，并浇水冲洗。对于旧砌体，要将其表面酥松表皮及砂浆等污物清理干净，至露出坚硬的砖面，并浇水冲洗。对于石灰砂浆或混合砂浆砌的砖砌体，应将缝剔深1cm，缝内呈直角，如图6.8所示。

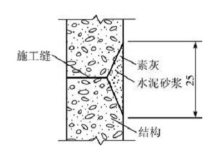


图6.7 混凝土结构施工缝的处理

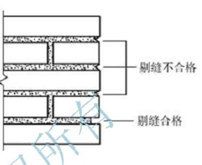


图6.8 砖砌体的剔缝

3. 防水砂浆的施工方法

1) 普通水泥砂浆防水层的施工

普通水泥砂浆防水层的施工分为以下两种情况。

(1) 混凝土顶板与墙面防水层的操作。

第一层：素灰层，厚2mm。先抹一道1mm厚素灰，用铁抹子往返用力刮抹，使素灰填实基层表面的孔隙。随即在已刮抹过素灰的基层表面再抹一道厚1mm的素灰找平层，抹完后，用湿毛刷在素灰层表面按顺序涂刷一遍。

第二层：水泥砂浆层，厚4～5mm。在素灰层初凝时抹第二层水泥砂浆层，要防止素灰层过软或过硬，要使水泥砂浆层薄薄压入素灰层厚度的1/4左右，抹完后，在水泥砂浆初凝时用扫帚按顺序向一个方向扫出横向条纹。

第三层：素灰层，厚2mm。在第二层水泥砂浆凝固并具有一定强度（常温下间隔一昼夜）时，适当浇水湿润，方可进行第三层操作，其方法同第一层。

第四层：水泥砂浆层，厚4～5mm。按照第二层的操作方法将水泥砂浆抹在第三层上，抹后在水泥砂浆凝固前水分蒸发过程中，分次用铁抹子压实，一般以抹压3～4次为宜，最后再压光。

第五层：第五层是在第四层水泥砂浆抹压两遍后，用毛刷均匀地将水泥浆涂刷在第四层表面，随第四层抹实压光。

(2) 砖墙面和拱顶防水层的操作。第一层是刷一道水泥浆，厚度约为1mm，用毛刷往返涂刷均匀，涂刷后，可抹第二、三、四层等，其操作方法与混凝土基层防水相同。

2) 地面防水层的操作

地面防水层操作与墙面、顶板操作不同的地方是，素灰层（一、三层）不采用刮抹的方法，而是把拌和好的素灰倒在地面上，用棕刷往返用力涂刷均匀，第二层和第四层是在素灰层初凝前后把拌和好的水泥砂浆层按厚度要求均匀地铺在素灰层上，按墙面、顶板操作要求抹压，各层厚度也均与墙面、顶板防水层相同。地面防水层在施工时要防止踩踏，应由里向外顺序进行，如图6.9所示。

3）特殊部位的施工

结构阴阳角处的防水层均需抹成圆角，阴角直径为 5cm，阳角直径为 1cm。防水层的施工缝需留斜坡阶梯形槎，槎子的搭接要依照层次操作顺序层层搭接。留槎的位置一般留在地面上，也可留在墙面上，所留的槎子均需离阴阳角 20cm 以上，如图 6.10 所示。

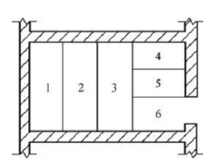


图 6.9　地面防水层施工顺序

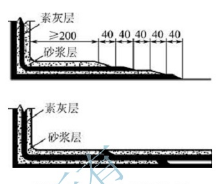


图 6.10　防水层接槎处理

6.1.4　卷材防水层施工

1. 防水卷材的主要类型

防水卷材按原材料性质分类主要有沥青防水卷材、高聚物改性沥青防水卷材和合成高分子防水卷材三大类。

1）沥青防水卷材

沥青防水卷材的传统产品是石油沥青纸胎油毡。由于其原料 80%左右是沥青，而沥青类建筑防水卷材在生产过程中会产生较大污染，加之工艺落后、耗能高、资源浪费，自 1999 年以来，国家及地方政府不断发文，曾勒令除新型改性沥青类产品以外的其他产品逐步退市，并一再提高技术标准。从 2008 年开始，工信部、国家发改委、国家质检总局等部门也分别从淘汰落后产能、调整产业结构、管理生产许可证准入等方面，限制沥青类防水卷材的生产量。

2）高聚物改性沥青防水卷材

高聚物改性沥青防水卷材使用的高聚物改性沥青，是在石油沥青中添加聚合物，以改善沥青的感温性差、低温易脆裂、高温易流淌等不足。用于沥青改性的聚合物较多，主要以 SBS（苯乙烯-丁二烯-苯乙烯合成橡胶）为代表的弹性体聚合物和以 APP（无规聚丙烯合成树脂）为代表的塑性体聚合物两大类。卷材的胎体主要使用玻璃纤维毡和聚酯毡等高强材料，主要品种有 SBS 改性沥青防水卷材、APP 改性沥青防水卷材、PVC 改性焦油沥青防水卷材、再生胶改性沥青防水卷材、废橡胶粉改性沥青防水卷材和其他改性沥青防水卷材等。

SBS 改性沥青防水卷材的特点是低温柔性好、弹性和延伸率大、纵横向强度均匀性好，不仅可以在低寒、高温气候条件下使用，并在一定程度上可以避免结构层由于伸缩开裂对防水层构成的威胁。APP 改性沥青防水卷材的特点是耐热度高、热熔性好，适合热熔法施工，因而更适合高温气候或有强烈太阳辐射地区的建筑屋面防水。

3）合成高分子防水卷材

合成高分子防水卷材是一类无胎体的卷材。其特点是拉伸强度大、断裂伸长率高、抗撕裂强度大、耐高低温性能好等，因而对环境气温变化和结构基层伸缩、变形、开裂等状

况具有较强的适应性。此外，由于其耐腐蚀性和抗老化性好，可以延长卷材的使用寿命，降低防水工程的综合费用。

合成高分子防水卷材按其原料可分为合成橡胶和合成树脂两大类。当前最具代表性的产品是合成橡胶类的三元乙丙橡胶（EPDM）防水卷材和合成树脂类的聚氯乙烯（PVC）防水卷材。

此外，我国还研制出多种橡塑共混防水卷材，其中氯化聚乙烯-橡胶共混防水卷材具有代表性，其性能指标接近三元乙丙橡胶防水卷材。由于其原材料与价格有一定的优势，推广应用量正逐步扩大。

2. 防水卷材的使用要求

卷材防水层宜用于经常处于地下水环境，且受侵蚀性介质作用或受振动作用的地下工程；应敷设在混凝土结构的迎水面；用于建筑物地下室时，应敷设在结构底板垫层至墙体防水设防高度的结构基面上；用于单建式的地下工程时，应从结构底板垫层敷设至顶板基面，并应在外围形成封闭的防水层。

防水卷材的品种规格和层数，应根据地下工程防水等级、地下水位高低及水压力作用状况、结构构造形式和施工工艺等因素确定。

3. 防水卷材的施工方法

地下防水工程一般把卷材防水层设置在建筑结构的外侧迎水面上，称为外防水。外防水有两种设置方法，即外防内贴法和外防外贴法。外防水层的铺贴法可以借助土压力压紧，并与结构一起抵抗有压地下水的渗透和侵蚀作用，防水效果良好，采用比较广泛。

铺贴卷材的基层必须牢固、无松动现象；基层表面应平整干净；阴阳角处均应做成圆弧形或钝角。铺贴卷材前，应在基面上涂刷基层处理剂。当基层较潮湿时，应涂刷湿固化型胶粘剂或潮湿界面隔离剂。基层处理剂应与卷材和胶粘剂的材性相容，可采用喷涂法或涂刷法施工。喷涂应均匀一致，不露底，待表面干燥后，再铺贴卷材。铺贴卷材时，每层的沥青胶要求涂布均匀，厚度一般为1.5～2.5mm。外贴法铺贴卷材应先铺平面，后铺立面，平、立面交接处应交叉搭接；内贴法宜先铺垂直面，后铺水平面，铺贴垂直面时应先铺转角，后铺大面。墙面铺贴时应待冷底子油干燥后自下而上进行。

卷材接槎的搭接长度：高聚物改性沥青卷材为150mm，合成高分子卷材为100mm。当使用两层卷材时，上下两层和相邻两幅卷材的接缝应错开1/3～1/2幅宽，并不得互相垂直铺贴。在立面与平面的转角处，卷材的接缝应留在平面距立面不小于600mm处。在所有转角处均应铺贴附加层并仔细粘贴紧密。粘贴卷材时应展平压实，卷材与基层和各层卷材间必须粘贴紧密，搭接缝必须用沥青胶仔细封严。最后一层卷材贴好后，应在其表面均匀涂刷一层1～1.5mm的热沥青胶，以保护防水层。铺贴高聚物改性沥青卷材时应采用热熔法施工，在幅宽内卷材底表面均匀加热，使卷材的黏结面材料加热呈熔融状态后，立即与基层或已粘贴好的卷材黏结牢固，但对厚度小于3mm的高聚物改性沥青防水卷材不能采用热熔法施工。铺贴合成高分子卷材要采用冷粘法施工，所使用的胶粘剂必须与卷材材性相容。

1）外防内贴法

外防内贴法是浇筑混凝土垫层后，在垫层上将永久保护墙全部砌好，将卷材防水层铺贴在垫层和永久保护墙上的方法，如图6.11所示，其施工程序如下。

(1) 在已施工好的混凝土垫层上砌筑永久保护墙，保护墙全部砌好后，用1∶3水泥砂浆在垫层和永久保护墙上抹找平层。保护墙与垫层之间须干铺一层油毡。

(2) 找平层干燥后即涂刷冷底子油或基层处理剂，干燥后方可铺贴卷材防水层，铺贴时应先铺立面、后铺平面，先铺转角、后铺大面。在全部转角处应铺贴卷材附加层，附加层可为两层同类油毡或一层抗拉强度较高的卷材，并应仔细粘贴紧密。

(3) 卷材防水层铺完经验收合格后即应做好保护层。立面可抹水泥砂浆、贴塑料板，或用氯丁系胶粘剂粘铺石油沥青纸胎油毡；平面可抹水泥砂浆，或浇筑不小于50mm厚的细石混凝土。

(4) 进行需防水结构的施工，将防水层压紧。如为混凝土结构，则永久保护墙可当一侧模板；结构顶板卷材防水层上的细石混凝土保护层厚度不应小于70mm，防水层如为单层卷材，则其与保护层之间应设置隔离层。

(5) 结构完工后，方可回填土。

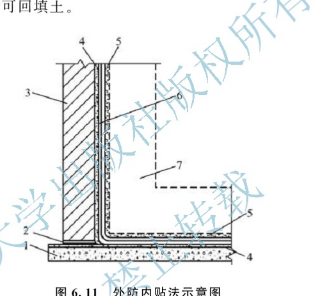


图6.11 外防内贴法示意图

1—混凝土垫层；2—干铺油毡；3—永久性保护墙；4—找平层；
5—保护层；6—卷材防水层；7—需防水的结构

2) 外防外贴法

外防外贴法是将立面卷材防水层直接敷设在需防水结构的外墙外表面，其施工程序如下。

(1) 先浇筑需防水结构的底面混凝土垫层；在垫层上砌筑永久性保护墙，墙下铺一层干油毡。墙的高度不小于需防水结构底板厚度再加100mm。

(2) 在永久性保护墙上用石灰砂浆接砌临时保护墙，墙高为300mm并抹1∶3水泥砂浆找平层；在临时保护墙上抹石灰砂浆找平层并刷石灰浆。如用模板代替临时性保护墙，则应在其上涂刷隔离剂。

(3) 待找平层基本干燥后，即可根据所选卷材的施工要求进行铺贴。

(4) 在大面积铺贴卷材之前，应先在转角处粘贴一层卷材附加层，然后进行大面积铺贴，先铺平面、后铺立面。在垫层和永久性保护墙上应将卷材防水层空铺，在临时保护墙(或模板)上应将卷材防水层临时贴附，并分层临时固定在其顶端。

(5) 浇筑需防水结构的混凝土底板和墙体；在需防水结构外墙外表面抹找平层。

(6) 主体结构完成后，铺贴立面卷材时，应先将接槎部位的各层卷材揭开，并将其表

面清理干净，如卷材有局部损伤，应及时进行修补。当使用两层卷材接槎时，卷材应错槎接缝，上层卷材应盖过下层卷材。卷材的甩槎、接槎做法如图 6.12 和图 6.13 所示。

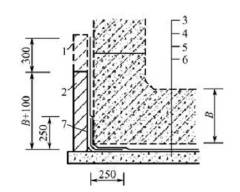


图 6.12　卷材防水层甩槎做法

1—临时保护墙；2—永久保护墙；3—细石混凝土保护层；4—卷材防水层；
5—水泥砂浆找平层；6—混凝土垫层；7—卷材加强层

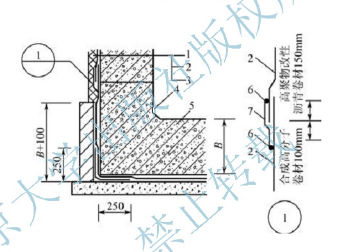


图 6.13　卷材防水层接槎做法

1—结构墙体；2—卷材防水层；3—卷材保护层；4—卷材加强层；
5—结构底板；6—密封材料；7—盖缝条

（7）待卷材防水层施工完毕，并经过检查验收合格后，应及时做好卷材防水层的保护结构。保护结构的几种做法如下。

① 砌筑永久保护墙，并每隔 5～6m 及在转角处断开，断开的缝中填以卷材条或沥青麻丝；保护墙与卷材防水层之间的空隙应随砌随以砌筑砂浆填实，保护墙完工后方可回填土。注意在砌保护墙的过程中切勿损坏防水层。

② 抹水泥砂浆，在涂抹卷材防水层最后一道沥青胶结材料时，应趁热撒上干净的热砂或散麻丝，冷却后随即抹一层 10～20mm 的 1∶3 水泥砂浆，水泥砂浆经养护达到强度后，即可回填土。

【参考视频】

③ 贴塑料板，在卷材防水层外侧直接用氯丁系胶粘固定 5～6mm 厚的聚乙烯泡沫塑料板，完工后即可回填土。也可用聚乙酸乙烯乳液粘贴 40mm 厚的聚苯乙烯泡沫塑料板代替。

3）提高卷材防水层质量的措施

提高卷材防水层质量的措施有以下几条。

(1) 采用点粘、条粘、空铺的措施可以充分发挥卷材的延伸性能,有效地减少卷材被拉裂的可能性。具体做法是:点粘法时,每平方米卷材下粘五点(100mm×100mm),粘贴面积不大于总面积的6%;条粘法时,每幅卷材两边各与基层粘贴150mm宽;空铺法时,卷材防水层周边与基层粘贴800mm宽。

(2) 增铺卷材附加层。对变形较大、易遭破坏或易老化部位,如变形缝、转角、三面角,以及穿墙管道周围、地下出入口通道等处,均应铺设卷材附加层。附加层可采用同种卷材加铺1~2层,也可用其他材料做增强处理。

(3) 做密封处理。在分格缝、穿墙管道周围、卷材搭接缝,以及收头部位应做密封处理。施工中,要重视对卷材防水层的保护。

6.1.5 涂料防水层施工

1. 常用的防水涂料类型

常用的防水涂料主要有以下几种。

1) 沥青防水涂料

该类涂料的主要成膜物质是以乳化剂配制的乳化沥青和填料组成。在Ⅲ级防水卷材屋面上单独使用时的厚度不应小于8mm,每平方米涂布量约为8kg,因而需多遍涂抹。由于这类涂料的沥青用量大、含固量低、弹性和强度等综合性能较差,在防水工程中已逐渐被淘汰。

2) 高聚物改性沥青防水涂料

该类涂料的品种有以化学乳化剂配制的乳化沥青为基料,掺加氯丁橡胶或再生橡胶水乳液的防水涂料;还有众多的溶剂型改性沥青涂料,如氯丁橡胶沥青涂料、SBS橡胶沥青涂料、丁基橡胶沥青涂料等。

3) 合成高分子防水涂料

该类涂料的类型有水乳型、溶剂型和反应型三种。其中综合性能较好的品种是反应型的聚氨酯类防水涂料。

聚氨酯类防水涂料是以甲组分(聚氨酯预聚体)与乙组分(固化剂)按一定比例混合的双组分涂料。常用的品种有聚氨酯防水涂料(不掺加焦油)和焦油聚氨酯防水涂料两种。聚氨酯防水涂料大多为彩色,固体含量高,具有橡胶状弹性,延伸性好,拉伸强度和抗撕裂强度高,耐油、耐磨、耐海水侵蚀,使用温度范围宽,涂膜反应速度易于调整,因而是一种综合性能好的高档次涂料,但其价格也较高。焦油聚氨酯防水涂料为黑色,气味较大,反应速度不易调整,性能易出现波动。由于焦油对人体有害,故这种涂料不能用于冷库内壁和饮水工程;室内施工时应采取通风措施。

2. 防水涂料的使用要求

无机防水涂料宜用于地下工程结构主体的背水面;有机防水涂料宜用于主体结构的迎水面,用于背水面的有机防水涂料应具有较高的抗渗性,且与基层有较好的黏结性。

防水涂料品种的选择应符合下列规定。

(1) 潮湿基层宜选用与潮湿基面黏结力大的无机防水涂料或有机防水涂料,也可采用先涂无机防水涂料而后再涂有机防水涂料构成复合防水涂层。

(2) 冬期施工宜选用反应型涂料。

(3) 埋置深度较深的重要工程、有振动或有较大变形的工程，宜选用高弹性防水涂料。

(4) 有腐蚀性的地下环境宜选用耐腐蚀性较好的有机防水涂料，并应做刚性保护层。

(5) 聚合物水泥防水涂料应选用Ⅱ型产品。

采用有机防水涂料时，基层阴阳角应做成圆弧形，阴角直径宜大于 50mm，阳角直径宜大于 10mm，在底板转角部位应增加胎体增强材料，并应增涂防水涂料。

防水涂料宜采用外防外涂或外防内涂，如图 6.14 和图 6.15 所示。

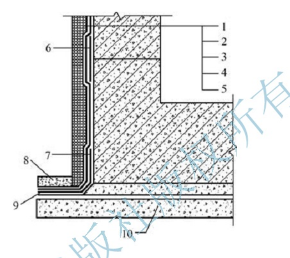


图 6.14 防水涂料外防外涂构造

1—保护墙；2—砂浆保护层；3—涂料防水层；4—砂浆找平层；5—结构墙体；6—涂料防水层加强层；7—涂料防水加强层；8—涂料防水层搭接部位保护层；9—涂料防水层搭接部位；10—混凝土垫层

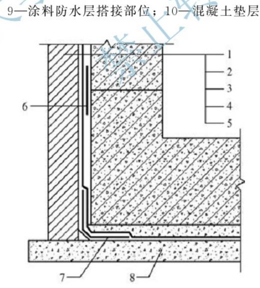


图 6.15 防水涂料外防内涂构造

1—保护墙；2—涂料保护层；3—涂料防水层；4—找平层；5—结构墙体；6—涂料防水层加强层；7—涂料防水加强层；8—混凝土垫层

掺外加剂、掺合料的水泥基防水涂料厚度不得小于 3.0mm；水泥基渗透结晶型防水涂料的用量不应小于 1.5kg/m²，且厚度不应小于 1.0mm；有机防水涂料的厚度不得小于 1.2mm。

3. 防水涂料的施工方法

防水涂料涂膜施工的顺序：基层处理—涂刷底层卷材（即聚氨酯底胶、增强涂布或增补涂布)—涂布第一道涂膜防水层（聚氨酯涂膜防水材料、增强涂布或增补涂布)—涂布第二道（或面层）涂膜防水层（聚氨酯涂膜防水材料)—稀撒石渣—铺抹水泥砂浆—设置保护层。

涂布顺序为先垂直面，后水平面；先阴阳角及细部，后大面。每层涂布方向应互相垂直。

(1) 涂布与增补涂布。在阴阳角、排水口、管道周围、预埋件及设备根部、施工缝或开裂处等需要增强防水层抗渗性的部位，应做增强或增补涂布。

增强或增补涂布可在粉刷底层卷材后进行，也可以在涂布第一道涂膜防水层以后进行，还可以将增强涂布夹在每相邻两层涂膜之间进行。

增强涂布的做法：在涂布增强膜中敷设玻璃纤维布，用板刷涂刮驱赶气泡，将玻璃纤维布紧密地粘贴在基层上，不得出现空鼓或皱折。这种做法一般为条形。增补涂布为块状，做法同增强涂布，但可做多层涂抹。

增强或增补涂布与基层卷材是组成涂膜防水层的最初涂层，对防水层的抗渗性能具有重要作用，因此涂布操作时要认真仔细，保证质量，不得有气孔、鼓泡、皱折、翘边，玻璃布应按设计规定搭接，且不得露出面层表面。

(2) 涂布第一道涂膜防水层。在前一道卷材固化干燥后，应先检查其上是否有残留气孔或气泡，如无，即可涂布施工，如有，则应使用橡胶板刷将混合料用力压入气孔填实补平，然后再进行第一层涂膜施工。

涂布第一道聚氨酯防水材料，可用塑料板刷均匀涂刮，厚薄一致，厚度约为 1.5mm。

平面或坡面施工后，在防水层未固化前不宜上人踩踏，涂抹施工过程中应留出施工退路，可以分区分片用后退法涂刷施工。

在施工温度低或混合液流动度低的情况下，涂层表面留有板刷或抹子涂后的刷纹，为此应预先在混合搅拌液内适当加入二甲苯稀释，用板刷涂抹后，再用滚刷滚涂均匀，涂膜表面即可变得平滑。

(3) 涂布第二道涂膜防水层。第一道涂膜固化后，即可在其上涂刮第二道涂膜，方法与第一道相同，但涂刮方向应与第一道施工垂直。涂布第二道涂膜与第一道相间隔的时间应以第一道涂膜的固化程度（手感不黏）确定，一般不小于 24h，也不大于 72h。

当 24h 后涂膜仍发黏，而又需涂刷下一道时，可先涂一些涂膜防水材料，然后再上人操作，不影响施工质量。

(4) 稀撒石渣。在第二道涂膜固化之前，在其表面稀撒粒径约为 2mm 的石渣，涂膜固化后，这些石渣即牢固地黏结在涂膜表面，其作用是增强涂膜与其保护层的黏结能力。

(5) 设置保护层。最后一道涂膜固化干燥后，即可设置保护层。保护层可根据建筑要求设置相适宜的形式：立面、平面可在稀撒石渣上抹水泥砂浆，铺贴瓷砖、陶瓷锦砖；一般房间的立面可以铺抹水泥砂浆，平面可铺设缸砖或水泥方砖，也可抹水泥砂浆或浇筑混凝土；若用于地下室墙体外壁，可在稀撒石渣层上抹水泥砂浆保护层，然后回填土。

6.1.6 地下工程混凝土结构细部构造防水施工

1. 变形缝

设置变形缝是为了适应地下工程由于温度、湿度作用及混凝土收缩、徐变而产生的水平变位，以及地基不均匀沉降而产生的垂直变位，以保证工程结构的安全和满足密封防水的要求。在这个前提下，还应考虑其构造合理、材料易得、工艺简单、检修方便等要求。

变形缝应满足密封防水、适应变形、施工方便、检修容易等要求。用于伸缩的变形缝宜少设，可根据不同的工程结构类别、工程地质情况采用后浇带、加强带、诱导缝等替代措施。

变形缝与施工缝均用外贴式止水带（中埋式）时，其相交部位宜采用十字配件，如图 6.16 所示。变形缝用外贴式止水带的转角部位宜采用直角配件，如图 6.17 所示。

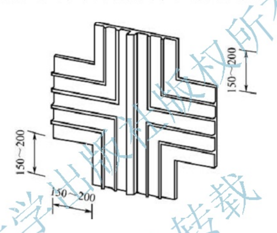


图 6.16 外贴式止水带在施工缝与变形缝相交处的十字配件

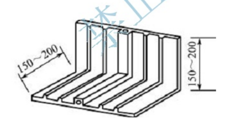


图 6.17 外贴式止水带在转角处的直角配件

(1) 止水带施工应符合下列规定。

① 止水带埋设位置应准确，其中间空心圆环应与变形缝的中心线重合。

② 止水带应固定，顶、底板内止水带应成盆状安设。

③ 中埋式止水带先施工一侧混凝土时，其端模应支撑牢固，并应严防漏浆。

④ 止水带的接缝宜为一处，应设在边墙较高位置上，不得设在结构转角处，接头宜采用热压焊接。

⑤ 中埋式止水带在转弯处应做成圆弧形，（钢边）橡胶止水带的转角半径不应小于 200mm，转角半径应随止水带的宽度增大而相应加大。

(2) 安设于结构内侧的可卸式止水带施工时应符合下列规定。

① 所需配件应一次配齐。

② 转角处应做成 45°折角，并应增加紧固件的数量。

(3) 密封材料嵌填施工时，应符合下列规定。

① 缝内两侧基面应平整、干净、干燥，并应刷涂与密封材料相容的基层处理剂。

② 嵌缝底部应设置背衬材料。

③ 嵌填应密实连续、饱满，并应黏结牢固。

在缝表面粘贴卷材或涂刷涂料前，应在缝上设置隔离层。卷材防水层、涂料防水层的施工应符合规定。

2. 后浇带


【参考视频】

后浇带是在地下工程不允许留设变形缝，而实际长度超过了伸缩缝的最大间距所设置的一种刚性接缝。虽然先后浇筑混凝土的接缝形式和防水混凝土施工缝大致相同，但后浇带位置与结构形式、地质情况、荷载差异等有很大关系，故后浇带应按设计要求留设。

后浇带应在两侧混凝土干缩变形基本稳定后施工，混凝土的收缩变形一般在龄期为6周后才能基本稳定，在条件许可时，间隔时间越长越好。

后浇带的一般要求如下。

(1) 后浇带宜用于不允许留设变形缝的工程部位。

(2) 后浇带应在其两侧混凝土龄期达到42d后再施工；高层建筑的后浇带施工应按规定时间进行。

(3) 后浇带应采用补偿收缩混凝土浇筑，其抗渗和抗压强度等级不应低于两侧混凝土。

(4) 后浇带应设在受力和变形较小的部位，其间距和位置应按结构设计要求确定，宽度宜为700～1000mm。

(5) 后浇带两侧可做成平直缝或阶梯缝，其防水构造形式宜采用图6.18～图6.20所示构造。

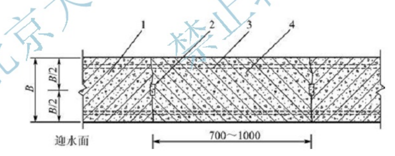


图6.18 后浇带防水构造（一）

1—先浇混凝土；2—遇水膨胀止水条（胶）；3—结构主筋；4—后浇补偿收缩混凝土

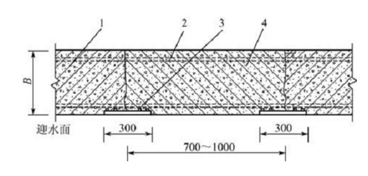


图6.19 后浇带防水构造（二）

1—先浇混凝土；2—结构主筋；3—外贴式止水带；4—后浇补偿收缩混凝土

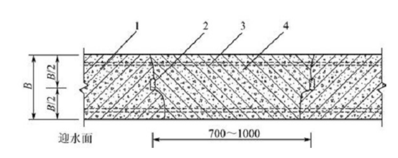


图 6.20 后浇带防水构造（三）

1—先浇混凝土；2—遇水膨胀止水条（胶）；3—结构主筋；4—后浇补偿收缩混凝土

(6) 采用掺膨胀剂的补偿收缩混凝土，水中养护 14d 后的限制膨胀率不应小于 0.015%，膨胀剂的掺量应根据不同部位的限制膨胀率设定值经试验确定。

后浇带混凝土施工前，后浇带部位和外贴式止水带应防止落入杂物和损伤外贴止水带。后浇带混凝土应一次浇筑，不得留设施工缝；混凝土浇筑后应及时养护，养护时间不得少于 28d。

后浇带需超前止水时，后浇带部位的混凝土应局部加厚，并应增设外贴式或中埋式止水带，如图 6.21 所示。

【知识链接】

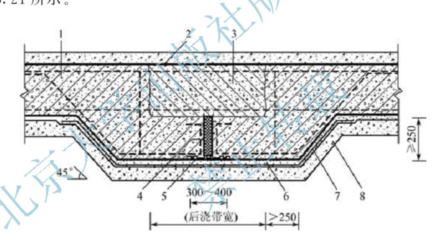


图 6.21 后浇带超前止水构造

1—混凝土结构；2—钢丝网片；3—后浇带；4—填缝材料；5—外贴式止水带；
6—细石混凝土保护层；7—卷材防水层；8—垫层混凝土

课题 6.2 室内防水工程施工

6.2.1 施工要求

1. 防水材料要求

室内防水主要是厕浴间和厨房的防水，厕浴间和厨房防水材料的要求如下。

(1) 厕浴间和厨房防水材料一般有合成高分子防水涂料、聚合物水泥防水涂料、水泥基渗透结晶型防水材料、界面渗透型防水材料与涂料复合、聚乙烯丙纶防水卷材与聚合物水泥黏结料等。选用防水材料时，其材料性能指标必须符合相关材料质量标准，应达到验收要求。

(2) 使用高分子防水涂料、聚合物水泥防水涂料时，防水层厚度不应小于 1.2mm；水泥基渗透结晶型防水涂膜厚度不应小于 0.8mm 或用料不应小于 0.8kg/m²；界面渗透型防水液与柔性防水涂料复合施工时厚度不应小于 0.8mm；聚乙烯丙纶防水卷材与聚合物水泥黏结料复合施工时，其厚度不应小于 1.8mm。

采用防水材料复合施工时要求如下。

① 刚性防水材料与柔性涂料复合使用时，刚性材料宜放在下部。

② 两种柔性材料复合使用时，材料应具有相容性。

③ 厨房、厕浴间防水层现场使用的增强附加层的胎体材料可选用无纺布或低碱玻璃纤维布，其质量应符合有关材料标准要求。

④ 基层处理剂与卷材、涂料、黏结料均应分别配套且材性相容。

2. 排水坡度（含找坡层）要求

排水坡度（含找坡层）的要求如下。

(1) 地面向地漏处排水坡度应为 1%～2%。

(2) 地漏处排水坡度，从地漏边缘向外 50mm 内排水坡度为 5%。

(3) 大面积公共厕浴间地面应分区，每一个分区设一个地漏。区域内排水坡度为 2%，坡度直线长度不大于 3m。

3. 防水构造要求

室内防水构造要求如下。

1) 楼地面结构层

预制钢筋混凝土圆孔板板缝通过厕浴间时，板缝间应用防水砂浆堵严抹平，缝上加一层宽度为 250mm 的胎体增强材料，并涂刷两遍防水涂料。

2) 防水基层（找平层）

用配合比 1∶2.5 或 1∶3.0 水泥砂浆找平，厚度为 20mm，抹平压光。

3) 地面防水层、地面与墙面阴阳角处理

地面防水层应做在地面找平层之上，饰面层以下。地面四周与墙体连接处，防水层往墙面上返 250mm 以上；地面与墙面阴阳角处先做附加层处理，再做四周立墙防水层。

4) 管根防水

管根防水内容如下。

(1) 管根孔洞在立管定位后，楼板四周缝隙用 1∶3 水泥砂浆堵严。缝隙大于 20mm 时，可用细石防水混凝土堵严，并做底模。

(2) 在管根与混凝土（或水泥砂浆）之间应留凹槽，槽深 10mm、宽 20mm。凹槽内嵌填密封膏。

(3) 管根平面与管根周围立面转角处应做涂膜防水附加层。

(4) 预设套管措施。必要时在立管外设置套管，一般套管高出铺装层地面 20mm，套管内径要比立管外径大 2～5mm，空隙内嵌填密封膏。

套管安装时，在套管周边预留 10mm×10mm 的凹槽，凹槽内嵌填密封膏。

5) 饰面层

防水层上做 20mm 厚水泥砂浆保护层，在其上做地面砖等饰面层，材料由设计选定。

6）墙面与顶板防水

墙面与顶板应做防水处理。有淋浴设施的厕浴间墙面，防水层高度不应小于1.8m，并与楼地面防水层交圈。顶板防水处理方案由设计确定。

6.2.2 厕浴间和厨房防水施工工艺

结合以往成熟的施工经验，厕浴间和厨房的防水施工工艺和作业要求可按使用要求和选材选择。

1. 聚合物乳液（丙烯酸）防水涂料施工

1）施工机具

聚合物乳液（丙烯酸）防水涂料施工机具如下。

（1）清理基面工具：开刀、凿子、锤子、钢丝刷、扫帚、抹布。

（2）涂覆工具：滚子、刷子。

2）施工工艺

聚合物乳液（丙烯酸）防水涂料施工工艺流程为：清理基层—涂刷底部防水层—细部附加层—涂刷中、面层防水层—防水层第一次蓄水试验—保护层或饰面层施工—第二次蓄水试验。

聚合物乳液（丙烯酸）防水涂料施工操作要点如下。

（1）清理基层。基层表面必须将浮土打扫干净，清除杂物、油渍、明水等。

（2）涂刷底部防水层。取丙烯酸防水涂料倒入一个空桶中约2/3，少许加水稀释并充分搅拌，用滚刷均匀地涂刷底层，用量约为0.4kg/m²，待手摸不粘手后进行下一道工序。

（3）涂刷细部附加层。

① 嵌填密封膏。按设计要求在管根等部位的凹槽内嵌填密封膏，密封材料应压嵌严密，防止裹入空气，并与缝壁黏结牢固，不得有开裂、鼓泡和下塌现象。

② 地漏、管根、阴阳角等易漏水部位的凹槽内，用丙烯酸防水涂料涂覆找平。

③ 在地漏、管根、阴阳角和出入口等易发生漏水的薄弱部位，需增加一层胎体增强材料，宽度不得小于300mm，搭接宽度不得小于100mm，施工时先涂刷丙烯酸防水涂料，再铺增强层材料，然后再涂刷两遍丙烯酸防水涂料。

（4）涂刷中、面层防水层。取丙烯酸防水涂料，用滚刷均匀地涂在底层防水层上面，每遍为0.5～0.8kg/m²，其下层增强层和中层必须连续施工，不得间隔，若厚度不够，加涂一层或数层以达到设计规定的涂膜厚度要求。

（5）第一次蓄水试验。在做完全部防水层固化48h以后，蓄水24h，未出现渗漏为合格。

（6）保护层或饰面层施工。第一次蓄水合格后，即可做保护层或饰面施工。

（7）第二次蓄水试验。在保护层或饰面层施工完工后，应进行第二次蓄水试验，以确保防水工程质量。

3）成品保护

成品保护内容如下。

（1）操作人员应严格保护好已完工的防水层，非防水施工人员不得进入现场踩踏。

（2）为确保排水畅通，地漏、排水口应避免杂物堵塞。

（3）施工时严防涂料污染已做好的其他部位。

4) 注意事项

施工中的注意事项如下。

(1) 5℃以下不得施工。

(2) 不宜在特别潮湿或不通风的环境中施工。

(3) 涂料应存放在5℃以上的阴凉干燥处。存放地点及施工现场必须通风良好，严禁烟火。

2. 单组分聚氨酯防水涂料施工

单组分聚氨酯防水涂料是以异氰酸酯、聚醚为主要原料，配以各种助剂制成，属于无有机溶剂挥发型合成高分子的单组分柔性防水涂料。

1) 施工机具

单组分聚氨酯防水涂料施工机具如下。

(1) 涂料涂刮工具：橡胶刮板。

(2) 地漏、转角处等涂料涂刷工具：油漆刷。

(3) 清理基层工具：铲刀。

(4) 修补基层工具：抹子。

2) 施工工艺

单组分聚氨酯防水涂料施工工艺流程为：清理基层—细部附加层施工—第一遍涂膜施工—第二遍涂膜施工—第三遍涂膜施工—第一次蓄水试验—保护层、饰面层施工—第二次蓄水试验。

单组分聚氨酯防水涂料施工操作要点如下。

(1) 清理基层。基层表面必须认真清扫干净。

(2) 细部附加层施工。厕浴间的地漏、管根、阴阳角等处应用单组分聚氨酯涂料涂刮一遍做附加层处理。

(3) 第一遍涂膜施工。以单组分聚氨酯涂料用橡胶刮板在基层表面均匀涂刮，厚度一致，涂刮量以0.6～0.8kg/m^{2}为宜。

(4) 第二遍涂膜施工。在第一遍涂膜固化后，再进行第二遍聚氨酯涂料涂刮。对平面的涂刮方向应与第一遍涂刮方向相垂直，涂刮量与第一遍相同。

(5) 第三遍涂膜和黏砂粒施工。第二遍涂膜固化后，进行第三遍聚氨酯涂料涂刮，达到设计厚度。在最后一遍涂膜施工完毕尚未固化时，在其表面应均匀地撒上少量干净的粗砂，以增加与即将覆盖的水泥砂浆保护层之间的黏结。

厕浴间和厨房防水层经多遍涂刷，单组分聚氨酯涂膜总厚度应不小于1.5mm。

(6) 当涂膜固化完全并经第一次蓄水试验验收合格才可进行保护层、饰面层施工。

3. 聚合物水泥防水涂料施工

聚合物水泥防水涂料（简称JS防水涂料）以聚合物乳液和水泥为主要原料，加入其他添加剂制成液料与粉料两部分，使用时按规定比例混合拌匀。

1) 施工机具

聚合物水泥防水涂料施工机具如下。

(1) 基层清理工具：锤子、凿子、铲子、钢丝刷、扫帚。

(2) 取料配料工具：台秤、搅拌器、材料桶。

（3）涂料涂覆工具：滚刷、刮板、刷子等。

2）施工工艺

聚合物水泥防水涂料施工工艺流程为：清理基层—底面防水层—细部附加层施工—涂刷中间防水层施工—涂刷表面防水层—第一次蓄水试验—保护层、饰面层施工—第二次蓄水试验。

聚合物水泥防水涂料施工操作要点如下。

（1）清理基层。表面必须彻底清扫干净，不得有浮尘、杂物、明水等。

（2）涂刷底面防水层。底层用料由专人负责材料配制，先按表6-2的配合比分别称出配料所用的液料、粉料、水，在桶内用手提电动搅拌器搅拌均匀，使粉料均匀分散。

表6-2　防水涂料配合比

防水涂料类别		按重量配合比
Ⅰ型	底层涂料	液料：粉料：水=10：(7～10)：14
	中、面层涂料	液料：粉料：水=10：(7～10)：(0～2)
Ⅱ型	底层涂料	液料：粉料：水=10：(10～20)：14
	中、面层涂料	液料：粉料：水=10：(10～20)：(0～2)

用滚刷或油漆刷均匀地涂刷成底面防水层，不得露底，一般用量为0.3～0.4kg/m²。待涂层固化后，才能进行下一道工序。

（3）细部附加层施工。对地漏、管根、阴阳角等易发生漏水的部位，应进行密封或加强处理。按设计要求在管根等部位的凹槽内嵌填密封膏，密封材料应压嵌严密，防止裹入空气，并与缝壁黏结牢固，不得有开裂、鼓泡和下塌现象。在地漏、管根、阴阳角和出入口等易发生漏水的薄弱部位，可加一层增强胎体材料，材料宽度不小于300mm，搭接宽度应不小于100mm。施工时先涂一层JS防水涂料，再铺胎体增强材料，最后再涂一层JS防水涂料。

（4）涂刷中、面防水层。按设计要求和表6-2提供的防水涂料配合比，将配制好的Ⅰ型或Ⅱ型JS防水涂料，均匀涂刷在底面防水层上。每遍涂刷量以0.8～1.0kg/m²为宜（涂料用量均为液料和粉料的原材料用量，不含稀释加水量）。多遍涂刷（一般3遍以上），直到达到设计规定的涂膜厚度要求。大面涂刷涂料时，不得加铺胎体，如设计要求增加胎体时，需使用耐碱网格布或40g/m²的聚酯无纺布。

（5）第一次蓄水试验。在最后一遍防水层固化48h后蓄水24h，以无渗漏为合格。

（6）保护层或饰面层施工。第一次蓄水试验合格后，即可做保护层、饰面层施工。

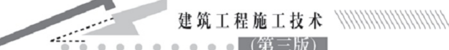
（7）第二次蓄水试验。在保护层或饰面层完工后，进行第二次蓄水试验，确保厕浴间和厨房的防水工程质量。

3）成品保护

成品保护内容如下。

（1）操作人员应严格保护已做好的涂膜防水层。涂膜防水层未干时，严禁在上面踩踏；在做完保护层以前，任何与防水作业无关的人员不得进入施工现场；在第一次蓄水试验合格后应及时做好保护层，以免损坏防水层。

（2）地漏或排水口要防止杂物堵塞，确保排水畅通。



(3) 施工时，涂膜材料不得污染已做好饰面的墙壁、卫生洁具、门窗等。

4) 注意事项

施工中的注意事项如下。

(1) 防水涂料的配制应计量准确，搅拌均匀。

(2) 涂料涂刷施工时应按操作工艺严格执行，保证涂膜厚度，注意工序间隔时间。粉料应存放在干燥处，液料存放温度在5℃以上的阴凉处。配制好的防水涂料应在3h内用完。

(3) 厕浴间施工时应有良好的照明及通风条件。

4. 水泥基渗透结晶型防水材料施工

水泥基渗透结晶型防水材料包括水泥基渗透结晶型的防水涂料和防水砂浆两种类型。

1) 水泥基渗透结晶型防水涂料施工

水泥基渗透结晶型防水涂料是一种刚性防水材料，其与水作用后，材料中含有的活性化学物质通过载体向混凝土内部渗透，在混凝土中形成不溶于水的结晶体，填塞毛细孔道从而使混凝土致密、防水。

水泥基渗透结晶型防水涂料包括浓缩剂、增效剂两部分（这两种材料都是粉状材料），其化学活性较强，经与水拌和调配成浆料为防水涂料。其中，浓缩剂浆料直接刷涂或喷涂于混凝土表面；增效剂浆料用于浓缩剂涂层的表面，在浓缩剂涂层上形成坚硬的表层，可增强浓缩剂的渗透效果，当单独使用于结构表面时，起防潮作用。

还有一种水泥基渗透结晶型防水剂（又称掺合剂），其是以专有的多种特殊活性化学物质为主要原料，配以各种其他辅料制成的，属于水泥基渗透结晶型刚性防水材料。

(1) 水泥基渗透结晶型防水涂料的主要施工机具：手用钢丝刷、电动钢丝刷、凿子、锤子、计量水和料的器具、拌料器具、专用尼龙刷、油漆刷、喷雾器具、胶皮手套等。

(2) 水泥基渗透结晶型防水涂料的作业条件。

① 水泥基渗透结晶型防水涂料不得在环境温度低于4℃时使用。

② 基层应粗糙、干净、湿润。无论新浇筑的或旧的混凝土基面，均应用水润湿透（但不得有明水）。新浇筑的混凝土以浇筑后24～72h为涂料最佳使用时段。

③ 基层不得有缺陷部位，否则应进行处理，然后方可进行施工。

(3) 水泥基渗透结晶型防水涂料的施工工艺。

① 工艺流程为：基层检查—基层处理—制浆—重点部位加强处理—第一遍涂刷涂料—第二遍涂刷涂料—养护—检验。

② 操作要点。

a. 基层检查。检查混凝土基层有无裂纹、孔洞、有机物、油漆和杂物等。

b. 基层处理。先修理缺陷部位，如封堵孔洞，除去有机物、油漆等其他黏结物，遇有大于0.4mm以上的裂纹，应进行裂缝修理；对蜂窝结构或疏松结构均应凿除，松动杂物用水冲刷至见到坚实的混凝土基面，涂刷浓缩剂浆料，用量为1kg/m^2，再用防水砂浆填补、压实，掺合剂的掺量为水泥含量的2%；打毛混凝土基面，使毛细孔充分暴露。底板与边墙相交的阴角处加强处理。用浓缩剂料团（浓缩剂粉：水=5：1，用抹子调和2min即可使用）趁潮湿嵌填于阴角处，用手锤或抹子捣固压实。

c. 制浆。防水涂料总用量不小于0.8kg/m^2，浓缩剂不小于0.4kg/m^2，增效剂不小于0.4kg/m^2。

制浆工艺：按防水涂料：水=5：2（体积比）将粉料与水倒入容器内，搅拌3～

5min，混合均匀。一次制浆不宜过多，要在 20min 内用完，混合物变稠时要频繁搅动，中间不得加水、加料。

d. 重点部位加强处理。厨房、厕浴间的地漏、管根、阴阳角、非混凝土或水泥砂浆基面等处用柔性涂料做加强处理。做法同柔性涂料或参考细部构造做法，厕浴间下水立管防水做法如图 6.22 所示，地漏防水做法如图 6.23 所示。

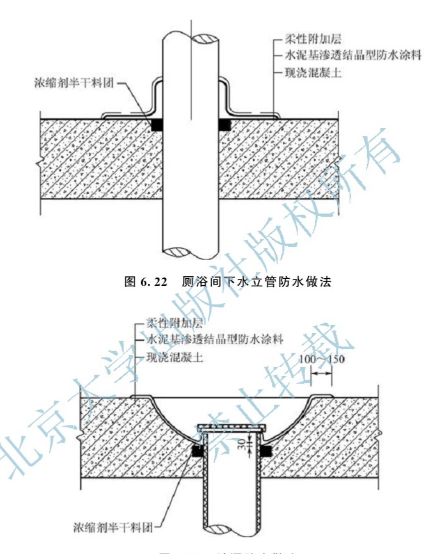


图 6.22 厕浴间下水立管防水做法

图 6.23 地漏防水做法

e. 第一遍涂刷涂料。涂料涂刷时需用半硬的尼龙刷，不宜用抹子、滚筒、油漆刷等；涂刷时应来回用力，以保证凹凸处都能涂上，涂层要求均匀，不应过薄或过厚，控制在单位用量之内。

f. 第二遍涂刷涂料。待上道涂层终凝 6～12h 后，仍呈潮湿状态时进行，如第一遍涂层太干则应先喷洒些雾水后再进行增效剂涂刷。此遍涂层也可使用相同量的浓缩剂。

g. 养护。养护必须用干净的水，在涂层终凝后做喷雾养护，不应出现明水，一般每天需喷雾水 3 次，连续数天，在热天或干燥天气应多喷几次，使其保持湿润状态，防止涂层过早干燥。蓄水试验需在养护完 3～7d 后进行。

h. 检验。涂料涂层施工后，需检查涂层是否均匀，用量是否准确、有无漏涂，如有缺陷应及时修补。经蓄水试验合格后，进行下一道工序施工。

(4) 成品保护及安全注意事项。

① 保护好防水涂层，在养护期内任何人员不得进入施工现场。

② 地漏要防止杂物堵塞，确保排水畅通。

③ 拌料和涂刷涂料时应戴胶皮手套。

④ 防水涂料必须储存在干燥的环境中，最低温度为7℃，一般储存条件下有效期为1年。

2）水泥基渗透结晶型防水砂浆施工

水泥基渗透结晶型防水砂浆由水泥基渗透结晶型掺合剂、硅酸盐水泥、中（粗）砂（含泥量不大于2%）按比例混合而成。

(1) 水泥基渗透结晶型防水砂浆的主要施工机具如下。

① 基面处理工具：手用钢丝刷、电动钢丝刷、凿子、锤子等。

② 计量工具：计量防水剂、水泥、砂子、水等。

③ 拌和材料及运料工具：锹、桶、砂浆搅拌机、推车等。

④ 施抹防水砂浆工具：抹子。

⑤ 地漏等细部构造涂刷工具：油漆刷。

⑥ 防水层养护工具：喷雾器具。

(2) 水泥基渗透结晶型防水砂浆的作业条件。

① 水泥基渗透结晶型防水材料不得在环境温度低于4℃时使用；雨天不得施工。

② 基层应粗糙、干净，以提供充分开放的毛细管系统，以利于渗透。

③ 基层需要润湿，无论新浇筑的或是旧的混凝土基面，都应用水润湿，但不得有明水；基层有缺陷时应修补处理后方可进行施工。

(3) 水泥基渗透结晶型防水砂浆的施工工艺。

① 工艺流程为：基层检查—基层处理—重点部位加强处理—第一遍涂刷水泥净浆—拌制防水砂浆—涂抹防水砂浆—加分格缝—养护。

② 操作要点。

a. 基层检查。检查混凝土基层有无油漆、有机物、杂物、孔洞或大于0.4mm的裂纹等缺陷。

b. 基层处理。先处理缺陷部位、封堵孔洞，除去有机物、油漆等其他黏结物，清除油污及疏松物等，如有0.4mm以上的裂纹，应先进行裂缝修理；沿裂缝两边凿出20mm(宽)×30（深)mm的U形槽，用水冲净、润湿后，除去明水，沿槽内涂刷浆料后用浓缩剂半干料团（粉水比为6∶1）填满、夯实；遇有蜂窝或疏松结构均应凿除，将所有松动的杂物用水冲刷掉，直至见到坚实的混凝土基面，涂刷灰浆（粉水比为5∶2)，用量为1kg/m²，再用防水砂浆填补、压实，防水剂的掺量为水泥用量的2%～3%。

经处理过的混凝土基面，不应存留任何悬浮物等物质。底板与边墙相交的阴角处做加强处理。用浓缩剂料团（防水剂粉水比为5∶1，用抹子调和2min即可使用）趁潮湿嵌填于阴角处，用手锤或抹子捣固压实。

c. 重点部位加强处理。厕浴间和厨房的地漏、管根、阴阳角等处用柔性涂料做附加层处理，方法同柔性涂料施工，参照图6.24所示的立管做法。

d. 第一遍涂刷水泥净浆。用油漆刷等将水泥净浆涂刷在基层上，用量为1～2kg/m²。

e. 拌制防水砂浆。人工搅拌时，配合比为水泥∶砂∶水∶防水剂＝1∶2.5（3）∶0.5∶2（3)，将配好量的硅酸盐水泥与砂预混均匀后再在中间留有盛水坑；将配好量的防水剂与水在容

器中搅拌均匀后倒入盛水坑中拌匀，再与水泥砂子的混合物混合搅拌成稠浆状；机械搅拌时，将按比例配好量的砂子、防水剂、水泥、水依次放入搅拌机内，搅拌 3min，即可使用。

f. 涂抹防水砂浆。将制备好的防水砂浆均匀地铺摊在处理过的结构基层上，并用抹子用力抹平、压实，不得有空鼓、裂纹现象，如发生此类现象应及时修复；所有的施工方法按防水砂浆的标准施工方法进行。陶粒、砖等砌筑墙面在做地面砂浆防水层时可进行侧墙的防水砂浆层的施抹。

g. 加分格缝。防水砂浆施工面积大于 $36m^2$ 时应加分格缝，缝隙用柔性嵌缝膏嵌填。

h. 养护。防水砂浆层养护必须用干净水做喷雾养护，不应出现明水，一般每天需喷雾水 3 次，连续 3～4d，在热天或干燥天气应多喷几次，用湿草垫或湿麻袋片覆盖养护，保持湿润状态，防止防水砂浆层过早干燥。蓄水试验需在养护完 3～7d 后进行，蓄水验收合格后才可进行下一道工序施工。

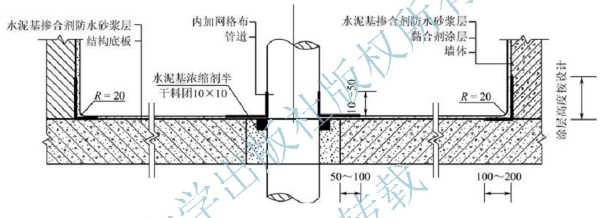


图 6.24 水泥基渗透结晶性防水砂浆立管做法

(4) 成品保护及安全注意事项。

① 严格保护已做好的防水层。在养护期内任何人员不得进入施工现场。

② 地漏应防止杂物堵塞，确保排水畅通。

③ 拌料时应戴胶皮手套。

④ 水泥基渗透结晶型防水砂浆材料必须储存在干燥环境中，最低温度为 7℃，储存有效期为 1 年。



【知识链接】

课题 6.3 外墙防水施工

6.3.1 外保温外墙防水防护施工

外保温外墙防水防护施工内容如下。

(1) 保温层应固定牢固，表面平整、干净。

(2) 外墙保温层的抗裂砂浆层施工应符合下列规定。

① 抗裂砂浆层的厚度、配合比应符合设计要求。当内掺纤维等抗裂材料时，比例应符合设计要求，并应搅拌均匀。

② 当外墙保温层采用有机保温材料时，抗裂砂浆施工时应先涂刮界面处理材料，然后分层抹压抗裂砂浆。

③ 抗裂砂浆层的中间宜设置耐碱玻璃纤维网格布或金属网片。金属网片应与墙体结构固定牢固。玻璃纤维网格布铺贴应平整无皱折，两幅间的搭接宽度不应小于 50mm。

④ 抗裂砂浆应抹平压实，表面无接槎印痕，网格布或金属网片不得外露。防水层为防水砂浆时，抗裂砂浆表面应搓毛。

⑤ 抗裂砂浆终凝后应进行保湿养护。防水砂浆养护时间不宜少于 14d；养护期间不得受冻。

6.3.2 无外保温外墙防水防护施工

无外保温外墙防水防护施工内容如下。

(1) 外墙结构表面的油污、浮浆应清除，孔洞、缝隙应堵塞抹平，不同结构材料交接处的增强处理材料应固定牢固。

(2) 外墙结构表面宜进行找平处理，找平层施工应符合下列规定。

① 外墙结构表面清理干净后，方可进行界面处理。

② 界面处理材料的品种和配合比应符合设计要求，拌和应均匀一致，无粉团、沉淀等缺陷。涂层应均匀，不露底。待表面收水后，方可进行找平层施工。

③ 找平层砂浆的强度和厚度应符合设计要求，厚度在 10mm 以上时，应分层压实、抹平。

(3) 外墙防水层施工前，宜先做好节点处理，再进行大面积施工。

(4) 防水砂浆施工应符合下列规定。

① 基层表面应为平整的毛面，光滑表面应做界面处理，并充分润湿。

② 防水砂浆的配制应符合下列规定。

a. 配合比应按照设计要求，通过试验确定。

b. 配制乳液类聚合物水泥防水砂浆前，乳液应先搅拌均匀，再按规定比例加入拌和料中搅拌均匀。

c. 干粉类聚合物水泥防水砂浆应按规定比例加水搅拌均匀。

d. 粉状防水剂配制普通防水砂浆时，应先将规定比例的水泥、砂和粉状防水剂干拌均匀，再加水搅拌均匀。

e. 液态防水剂配制普通防水砂浆时，应先将规定比例的水泥和砂干拌均匀，再加入用水稀释的液态防水剂搅拌均匀。

③ 配制好的防水砂浆宜在 1h 内用完；施工中不得任意加水。

④ 界面处理材料涂刷厚度应均匀、覆盖完全。收水后应及时进行防水砂浆的施工。

⑤ 防水砂浆涂抹施工应符合下列规定。

a. 厚度大于 10mm 时应分层施工，第二层涂抹应在前一层指触不粘时进行，各层应黏结牢固。

b. 每层宜连续施工。当需留槎时，应采用阶梯坡形槎，接槎部位离阴阳角不得小于 200mm；上下层接槎应错开 300mm 以上。接槎应依层次顺序操作、层层搭接紧密。

c. 喷涂施工时，喷枪的喷嘴应垂直于基面，合理调整压力、喷嘴与基面距离。

d. 涂抹时应压实、抹平；遇气泡时应挑破，保证铺抹密实。

e. 抹平、压实应在初凝前完成。

⑥ 窗台、窗楣和凸出墙面的腰线等部位上表面的流水坡应找坡准确，外口下沿的滴水线应连续、顺直。

⑦ 砂浆防水层分格缝的留设位置和尺寸应符合设计要求。分格缝的密封处理应在防水砂浆达到设计强度的80%后进行，密封前应将分格缝清理干净，密封材料应嵌填密实。

⑧ 砂浆防水层转角宜抹成圆弧形，圆弧半径应不小于5mm，转角抹压应顺直。

⑨ 门框、窗框、管道、预埋件等与防水层相接处应留8～10mm宽的凹槽，密封处理应符合规范要求。

⑩ 砂浆防水层未达到硬化状态时，不得浇水养护或直接受雨水冲刷。聚合物水泥防水砂浆硬化后应采用干湿交替的养护方法；普通防水砂浆防水层应在终凝后进行保湿养护。养护时间不宜少于14d。养护期间不得受冻。

(5) 防水涂料施工应符合下列规定。

① 施工前应先对细部构造进行密封或增强处理。

② 涂料的配制和搅拌应符合下列规定。

a. 双组分涂料配制前，应将液体组分搅拌均匀。配料应按照规定要求进行，不得任意改变配合比。

b. 应采用机械搅拌，配制好的涂料应色泽均匀，无粉团、沉淀。

③ 涂膜防水层的基层应干燥；防水涂料涂布前，应先涂刷基层处理剂。

④ 涂膜应多遍完成，后遍涂布应在前遍涂层干燥成膜后进行。挥发性涂料的每遍用量不宜大于0.6kg/m^2。

⑤ 每遍涂布应交替改变涂层的涂布方向，同一涂层涂布时，先后接槎宽度宜为30～50mm。

⑥ 涂膜防水层的甩槎应避免污损，接涂前应将甩槎表面清理干净，接槎宽度不应小于100mm。


【知识链接】

⑦ 胎体增强材料应铺贴平整、排除气泡，不得有皱折和胎体外露，胎体层充分浸透防水涂料；胎体的搭接宽度不应小于50mm。胎体的底层和面层涂膜厚度均不应小于0.5mm。

⑧ 涂膜防水层完工并经验收合格后，应及时做好饰面层。饰面层施工时应有成品保护措施。

课题6.4 屋面工程施工


【参考视频】

6.4.1 找坡层和找平层施工

为了便于敷设隔汽层和防水层，必须在结构层或保温层表面做找平处理。在找坡层、找平层施工前，首先要检查其敷设的基层情况，如屋面板安装是否牢固，有无松动现象；基层局部是否凹凸不平，凹坑较大时应先填补；保温层表面是否平整，厚薄是否均匀；板状保温材料是否铺平垫稳；用保温材料找坡是否准确等。基层的质量包括结构层和找平层的刚度、平整度、强度、表面完整程度及基层含水率等。

找平层是防水层的依附层，其质量的好坏将直接影响到防水层的质量，所以要求找平层必须做到“五要、四不、三做到”。

“五要”：一要坡度准确、排水流畅；二要表面平整；三要坚固；四要干净；五要干燥。

“四不”：一是表面不起砂；二是表面不起皮；三是表面不酥松；四是表面不开裂。

“三做到”：一要做到混凝土或砂浆配比准确；二要做到表面二次压光；三要做到充分养护。

当屋面保温层、找平层因施工时含水率过大或遇雨水浸泡不能及时干燥，而又要立即敷设柔性防水层时，必须将屋面做成排汽屋面，以避免因防水层下部水分汽化造成防水层起鼓破坏，避免因保温层因含水率过高造成保温性能降低。如果采用低吸水率（小于6%）的保温材料时，就可以不必做排汽屋面。

找坡层和找平层的基层的施工应符合下列规定。

（1）应清理结构层、保温层上面的松散杂物，凸出基层表面的硬物应剔平扫净。

（2）抹找坡层前，宜对基层洒水润湿。

（3）突出屋面的管道、支架等根部，应用细石混凝土堵实和固定。

（4）对不易与找平层结合的基层应做界面处理。

找坡层和找平层所用材料的质量和配合比应符合设计要求，并应准确计量和机械搅拌；找坡应按屋面排水方向和设计坡度要求进行，找坡层最薄处厚度不宜小于20mm；找坡材料应分层敷设和适当压实，表面宜平整和粗糙，并应适时浇水养护；找平层应在水泥初凝前压实抹平，水泥终凝前完成收水后应二次压光，并应及时取出分格条。养护时间不得少于7d。

卷材防水层的基层与突出屋面结构的交接处，以及基层的转角处，找平层均应做成圆弧形，且应整齐平顺。找平层圆弧半径应符合表6-3的规定。

表6-3　找平层圆弧半径

卷材种类	圆弧半径/mm
高聚物改性沥青防水卷材	50
合成高分子防水卷材	20

找坡层和找平层的施工环境温度不宜低于5℃。

6.4.2　保温层和隔热层施工

1. 保温隔热材料

屋面保温隔热材料宜选用聚苯乙烯硬质泡沫保温板、聚氨酯硬质泡沫保温板、喷涂硬泡聚氨酯或绝热玻璃棉等。

采用机械固定施工方法的块状保温隔热材料应单独固定，其具体固定方法见表6-4。

表6-4　采用机械固定施工方法的块状保温隔热材料的固定方法

保温隔热材料		每块板固定件最少数量		固定位置
发泡聚苯板	挤塑聚苯板（XPS）	4个	任一边长≤1.2m	四个角，固定垫片距离板材边缘不大于150mm
	模塑聚苯板（EPS）	6个	任一边长＞1.2m	四个角及沿长向中线均匀布置，固定垫片距离板材边缘不大于150mm
玻璃棉板、矿渣棉板、岩棉板		2个	—	沿长向中线均匀布置

注：其他类型的保温隔热板材固定件布置由系统供应商建议提供。

2. 保温材料的贮运、保管与验收

保温材料的贮运、保管应符合下列规定。

(1) 保温材料应采取防雨、防潮、防火的措施，并应分类存放。

(2) 板状保温材料搬运时应轻拿轻放。

(3) 纤维保温材料应在干燥、通风的房屋内贮存，搬运时应轻拿轻放。

进场的保温材料应检验下列项目。

(1) 板状保温材料应检验表观密度或干密度、压缩强度或抗压强度、导热系数、燃烧性能。

(2) 纤维保温材料应检验表观密度、导热系数、燃烧性能。

3. 保温层的施工环境温度

保温层的施工环境温度应符合下列规定。

(1) 干铺的保温材料可在负温度下施工。

(2) 用水泥砂浆粘贴的板状保温材料的施工环境温度不宜低于5℃。

(3) 喷涂硬泡聚氨酯的施工环境温度宜为15～35℃，空气相对湿度宜小于85%，风速不宜大于三级。

(4) 现浇泡沫混凝土的施工环境温度宜为5～35℃。

4. 保温层施工

保温层施工的内容如下。

(1) 板状材料保温层施工应符合下列规定。

① 基层应平整、干燥、干净。

② 相邻板块应错缝拼接，分层敷设的板块上下层接缝应相互错开，板间缝隙应采用同类材料嵌填密实。

③ 采用干铺法施工时，板状保温材料应紧靠在基层表面上，并应铺平垫稳。

④ 采用黏结法施工时，胶粘剂应与保温材料相容，板状保温材料应贴严、粘牢，在胶粘剂固化前不得上人踩踏。

⑤ 采用机械固定法施工时，固定件应固定在结构层上，固定件的间距应符合设计要求。

(2) 纤维材料保温层施工应符合下列规定。

① 基层应平整、干燥、干净。

② 纤维保温材料在施工时，应避免重压，并应采取防潮措施。

③ 纤维保温材料敷设时，平面拼接缝应贴紧，上下层拼接缝应相互错开。

④ 屋面坡度较大时，纤维保温材料宜采用机械固定法施工。

⑤ 在敷设纤维保温材料时，应做好劳动保护工作。

(3) 喷涂硬泡聚氨酯保温层施工应符合下列规定。

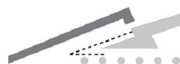
① 基层应平整、干燥、干净。

② 施工前应对喷涂设备进行调试，并应对喷涂试块进行材料性能检测。

③ 喷涂时喷嘴与施工基面的间距应由试验确定。

④ 喷涂硬泡聚氨酯的配合比应准确计量，发泡厚度应均匀一致。

⑤ 一个作业面应分遍喷涂完成，每遍喷涂厚度不宜大于15mm，硬泡聚氨酯喷涂后20min内严禁上人。



⑥ 喷涂作业时，应采取防止污染的遮挡措施。

(4) 现浇泡沫混凝土保温层施工应符合下列规定。

① 基层应清理干净，不得有油污、浮尘和积水。

② 现浇泡沫混凝土应按设计要求的干密度和抗压强度进行配合比设计，拌制时应计量准确，并应搅拌均匀。

③ 泡沫混凝土应按设计的厚度设定浇筑面标高线，找坡时宜采取挡板辅助措施。

④ 泡沫混凝土的浇筑出料口离基层的高度不宜超过 1m，泵送时应采取低压泵送。

⑤ 泡沫混凝土应分层浇筑，一次浇筑厚度不宜超过 200mm，终凝后应进行保湿养护，养护时间不得少于 7d。

5. 隔汽层施工

隔汽层施工应符合下列规定。

(1) 隔汽层施工前，基层应进行清理，宜进行找平处理。

(2) 屋面周边隔汽层应沿墙面向上连续敷设，高出保温层上表面不得小于 150mm。

(3) 采用卷材做隔汽层时，卷材宜空铺，卷材搭接缝应满粘，其搭接宽度不应小于 80mm；采用涂膜做隔汽层时，涂料涂刷应均匀，涂层不得有堆积、起泡和露底现象。

(4) 穿过隔汽层的管道周围应进行密封处理。

6. 倒置式屋面保温层施工

倒置式屋面是把原屋面“防水层在上，保温层在下”的构造设置倒置过来，将憎水性或吸水率较低的保温材料放在防水层上，使防水层不易损伤，提高耐久性，并可防止屋面结构内部结露。倒置式屋面保温层具有节能、保温隔热、延长防水层使用寿命、施工方便、劳动效率高、综合造价经济等特点。



【知识链接】

保温材料应选用高热绝缘系数、低吸水率的新型材料，如聚苯乙烯泡沫塑料、聚乙烯泡沫塑料、聚氨酯泡沫塑料、泡沫玻璃等，也可选用蓄热系数和热绝缘系数都较大的水泥聚苯乙烯复合板等保温材料。

倒置式屋面的主防水层（保温层之下的防水层）应选用合成高分子防水材料和中高档高聚物改性沥青防水卷材，也可选用改性沥青涂料与卷材复合防水；不宜选用刚性防水材料和松散憎水性材料，如防水宝、拒水粉等，也不宜选用胎基易腐烂的防水材料和易腐烂的涂料或加筋布等。

倒置式屋面保温层的施工工艺流程为：基层清理检查、工具准备、材料检验—节点增强处理—防水层施工、检验—保温层敷设、检验—现场清理—保护层施工—验收。概括起来，整个工艺流程可以分为以下三个部分。

(1) 防水层施工。根据不同的材料，采用相应的施工方法和工艺施工、检验。

(2) 保温层施工。保温材料可以直接干铺或用专用黏结剂粘贴，聚苯板不得选用溶剂型黏结剂粘贴。保温材料接缝处可以是平缝也可以是企口缝，接缝处可以灌入密封材料以连成整体。块状保温材料的施工应采用斜缝排列，以利于排水。

当采用现喷硬泡聚氨酯保温材料时，要在成型的保温层面进行分格处理，以减少收缩开裂。大风天气和雨天不得施工，同时注意喷施人员的劳动保护。

(3) 面层施工，分为以下两种情况。

① 上人屋面。采用 40～50mm 厚钢筋细石混凝土作面层时，应按刚性防水层的设计要求进行分格缝的节点处理；采用混凝土块材作上人屋面保护层时，应用水泥砂浆坐浆平

铺，板缝用砂浆勾缝处理。

② 不上人屋面。当屋面是非功能性上人屋面时，可采用平铺预制混凝土板的方法进行压埋，预制板要有一定强度，厚度也应不小于 30mm。选用卵石或砂砾作保护层时，其直径应为 20～60mm，铺埋前，应先敷设 250g/m² 的聚酯纤维无纺布或油毡等隔离，再铺埋卵石，并要注意雨水口的畅通。压置物的质量应保证最大风力时保温板不被刮起和保证保温层在积水状态下不浮起。聚苯乙烯保温层不能直接受太阳照射，以防紫外线照射导致老化，还应避免与溶剂接触以及在高温环境下（80℃以上）使用。

7. 屋面排汽构造施工

保温层材料若采用吸水率低（＜6%）的材料，当它们不会再吸水时，保温性能就能得到保证。如果保温层采用吸水率大的材料，施工时如遇雨水或施工用水侵入，造成很大含水率时，由于许多工程找平层已施工，一时无法干燥，就会导致防水层起鼓，所以为了避免这种情况，人们就想办法使屋面在使用过程中逐渐将水分蒸发（需几年或几十年时间），过去采取被称为“排汽屋面”的技术措施，也有人称之为呼吸屋面，如图 6.25 和图 6.26 所示。其就是在保温层中设置纵横排汽道，在交叉处安放向上的排汽管，目的是当温度升高时，屋面水分蒸发，气体沿排汽道、排汽管与大气连通，不会产生压力，从而保护防水层。排汽屋面要求排汽道不得堵塞。这种做法确实有一定的效果，所以在规范中规定如果保温层含水率过高（超过 15%）时，不管设计时是否有规定，施工时都必须做排汽屋面处理。

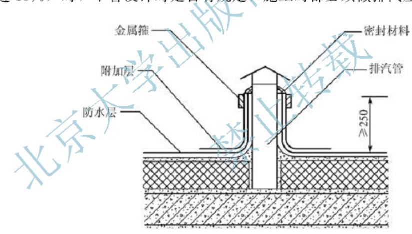


图 6.25 直立排汽出口构造

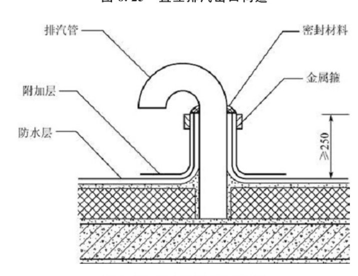


图 6.26 弯形排汽出口构造



【知识链接】

8. 种植隔热层施工

种植隔热层施工应符合下列规定。

(1) 种植隔热层挡墙或挡板施工时，留设的泄水孔位置应准确，不得堵塞。

(2) 凹凸型排水板宜采用搭接法施工，搭接宽度应根据产品的规格具体确定；网状交织排水板宜采用对接法施工；采用陶粒作排水层时，敷设应平整，厚度应均匀。

(3) 过滤层土工布敷设应平整、无皱折，搭接宽度不应小于 100mm，搭接宜采用黏合或缝合处理；土工布应沿种植土周边向上敷设至种植土高度。

(4) 种植土层的荷载应符合设计要求；种植土、植物等应在屋面上均匀堆放，且不得损坏防水层。

9. 架空隔热层施工

架空隔热层施工应符合下列规定。

(1) 架空隔热层施工前，应将屋面清扫干净，并应根据架空隔热制品的尺寸弹出支座中线。

(2) 在架空隔热制品支座底面，应对卷材、涂膜防水层采取加强措施。

(3) 敷设架空隔热制品时，应随时清扫屋面防水层上的落灰、杂物等，操作时不得损伤已完工的防水层。

(4) 架空隔热制品的敷设应平整、稳固，缝隙应勾填密实。

10. 蓄水隔热层施工

蓄水隔热层施工应符合下列规定。

(1) 蓄水池的所有孔洞应预留，不得后凿。所设置的溢水管、排水管和给水管等，应在混凝土施工前安装完毕。

(2) 每个蓄水区的防水混凝土应一次施工完毕，不得留置施工缝。

(3) 蓄水池的防水混凝土施工时，环境气温宜为 5～35℃，并应避免在冬期和高温期施工。

(4) 蓄水池的防水混凝土完工后，应及时进行养护，养护时间不得少于 14d，蓄水后不得断水。

(5) 蓄水池的溢水口标高、数量、尺寸应符合设计要求；过水孔应设在分仓墙底部；排水管应与水落管连通。

6.4.3 屋面卷材防水层施工

1. 防水卷材的选用

防水卷材的选用应遵循下列原则。

(1) 根据当地历年最高气温、最低气温、屋面坡度和使用条件等因素，选择耐热度、柔性相适应的卷材。

(2) 根据地基变形程度，结构形式，当地年温差、日温差和振动等因素，选择拉伸性相适应的卷材。

(3) 根据屋面防水卷材的暴露程度，选择耐紫外线、耐穿刺、耐老化保持率或耐霉性能相适应的卷材。

(4) 自粘橡胶沥青防水卷材和自粘聚酯毡改性沥青防水卷材（0.5mm 厚铝箔覆面者除外），不得用于外露的防水层。

2. 防水卷材的贮运、保管及验收

防水卷材的贮运、保管及验收应遵循下列规定。

(1) 防水卷材的贮运、保管应符合下列规定。

① 不同品种、规格的卷材应分别堆放。

② 卷材应贮存在阴凉通风处，应避免雨淋、日晒和受潮，严禁接近火源。

③ 卷材应避免与化学介质及有机溶剂等有害物质接触。

(2) 进场的防水卷材应检验下列项目。

① 高聚物改性沥青防水卷材的可溶物含量、拉力、最大拉力时延伸率、耐热度、低温柔性、不透水性。

② 合成高分子防水卷材的断裂拉伸强度、扯断伸长率、低温弯折性、不透水性。

(3) 胶粘剂和胶粘带的贮运、保管应符合下列规定。

① 不同品种、规格的胶粘剂和胶粘带，应分别用密封桶或纸箱包装。

② 胶粘剂和胶粘带应贮存在阴凉通风的室内，严禁接近火源和热源。

(4) 进场的基层处理剂、胶粘剂和胶粘带，应检验下列项目。

① 沥青基防水卷材用基层处理剂的固体含量、耐热性、低温柔性、剥离强度。

② 高分子胶粘剂的剥离强度、浸水168h后的剥离强度保持率。

③ 改性沥青胶粘剂的剥离强度。

④ 合成橡胶胶粘带的剥离强度、浸水168h后的剥离强度保持率。

(5) 卷材防水层的施工环境温度应符合下列规定。

① 热熔法和焊接法不宜低于－10℃。

② 冷粘法和热粘法不宜低于5℃。

③ 自粘法不宜低于10℃。

3. 卷材防水层基层要求

卷材防水层基层应坚实、干净、平整，应无孔隙、起砂和裂缝。基层的干燥程度应根据所选防水卷材的特性确定。

采用基层处理剂时，其配制与施工应符合下列规定。

(1) 基层处理剂应与防水卷材相容。

(2) 基层处理剂应配比准确，并应搅拌均匀。

(3) 喷、涂基层处理剂前，应先对屋面细部进行涂刷。

(4) 基层处理剂可选用喷涂或涂刷施工工艺，喷、涂应均匀一致，干燥后应及时进行卷材施工。

4. 卷材铺贴顺序和卷材搭接

(1) 卷材铺贴顺序。卷材铺贴应按“先高后低，先远后近”的顺序施工。高低跨屋面，应先铺高跨屋面，后铺低跨屋面；在同高度大面积的屋面，应先铺离上料点较远的部位，后铺离上料点较近部位。

应先细部结构处理，后大面积由屋面最低标高向上铺贴。卷材大面积铺贴前，应先做好节点密封处理、附加层和屋面排水较集中部位（屋面与水落口连接处、檐口、天沟、檐沟、屋面转角处、板端缝等）的处理、分格缝的空铺条处理等，然后由屋面最低标高处向

上施工。铺贴天沟、檐沟卷材时，宜顺天沟、檐沟方向铺贴，从水落口处向分水线方向铺贴，以减少搭接。卷材宜平行屋脊铺贴，上下层卷材不得相互垂直铺贴。立面或大坡面铺贴卷材时，应采用满粘法，并宜减少卷材短边搭接，如图 6.27 所示。

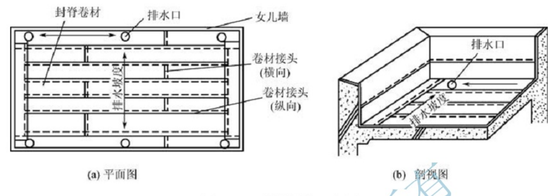


图 6.27　卷材配置示意图

为了保证防水层的整体性，减少漏水的可能性，屋面防水工程应尽量不划分施工段；当需要划分施工段时，施工段的划分宜设在屋脊、天沟、变形缝等处。

（2）卷材搭接。卷材搭接缝应符合下列规定。

① 平行屋脊的搭接缝应顺流水方向，搭接缝宽度应符合规范规定。

② 同一层相邻两幅卷材短边搭接缝错开不应小于 500mm。

③ 上下层卷材长边搭接缝应错开，且不应小于幅宽的 1/3。

④ 当卷材叠层敷设时，上下层不得相互垂直铺贴，以免在搭接缝垂直交叉处形成挡水条。叠层敷设的各层卷材，在天沟与屋面的连接处应采取叉接法搭接，搭接缝应错开，如图 6.28 和图 6.29 所示；接缝宜留在屋面或天沟侧面，不宜留在沟底。

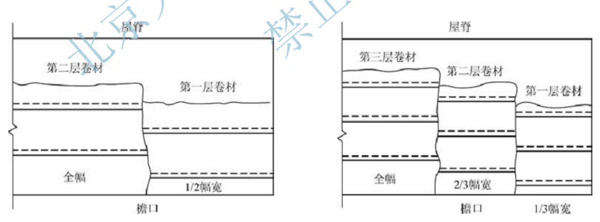


图 6.28　二层卷材铺贴　　**图 6.29　三层卷材铺贴**

卷材铺贴的搭接方向，主要考虑到坡度大或受振动时卷材易下滑，尤其是含沥青（温感性大）的卷材，高温时软化下滑常有发生。对于高分子卷材的铺贴方向要求不严格，为便于施工，一般顺屋脊方向铺贴，搭接方向应顺流水方向，不得逆流水方向，避免流水冲刷接缝，使接缝损坏。垂直屋脊方向铺卷材时，应顺大风方向。在铺贴卷材时，不得污染檐口的外侧和墙面。高聚物改性沥青防水卷材和合成高分子防水卷材的搭接缝，宜用材料性能相容的密封材料封严。

卷材铺贴搭接方向及要求见表 6－5。

表6－5　卷材铺贴搭接方向及要求

屋面坡度	铺贴方向和要求
小于3：100	卷材宜平行屋脊方向，即顺平面长向为宜
(3：100)～(3：20)	卷材可平行或垂直屋脊方向铺贴
大于3：20或受振动	沥青卷材应垂直屋脊铺贴，改性沥青卷材宜垂直屋脊铺贴，高分子卷材可平行或垂直屋脊铺贴
大于1：4	应垂直屋脊铺贴，并应采取固定措施，固定点还应密封

卷材搭接宽度见表6－6。

表6－6　卷材搭接宽度　　单位：mm

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="3">卷材种类</th><th colspan="4">铺贴方法</th></tr>
<tr><th colspan="2">短边搭接</th><th colspan="2">长边搭接</th></tr>
<tr><th>满粘法</th><th>空铺、点粘、条粘法</th><th>满粘法</th><th>空铺、点粘、条粘法</th></tr>
<tr><td colspan="2">沥青防水卷材</td><td>100</td><td>150</td><td>70</td><td>100</td></tr>
<tr><td colspan="2">高聚物改性沥青防水卷材</td><td>80</td><td>100</td><td>80</td><td>100</td></tr>
<tr><td rowspan="4">合成高分子防水卷材</td><td>胶粘剂</td><td>80</td><td>100</td><td>80</td><td>100</td></tr>
<tr><td>胶粘带</td><td>50</td><td>60</td><td>50</td><td>60</td></tr>
<tr><td>单焊缝</td><td colspan="4">60（有效焊接宽度不小于25）</td></tr>
<tr><td>双焊缝</td><td colspan="4">80（有效焊接宽度10×2空腔宽）</td></tr>
</table>

5. 卷材施工工艺

卷材与基层的连接方式有四种（表6－7）：满粘、空铺、条粘、点粘。在工程应用中应根据建筑部位、使用条件、施工情况，选用其中一种或两种，并且在图纸上应该注明。

表6－7　卷材与基层连接方式

连接方式	具体做法	适应条件
满粘法	又称全粘法，即在铺粘防水卷材时，卷材与基面全部黏结牢固的施工方法，通常热熔法、冷粘法、自粘法使用这种方法粘贴卷材	屋面防水面积较小，结构变形不大，找平层干燥
空铺法	铺贴防水卷材时，卷材与基面仅在四周一定宽度内黏结，其余部分不粘的施工方法。施工时檐口、屋脊、屋面转角、伸出屋面的出气孔、烟囱根等部位，采用满粘法，黏结宽度不小于800mm	适应于基层潮湿，找平层水汽难以排出及结构变形较大的屋面
条粘法	铺贴防水卷材时，卷材与屋面采用条状黏结的施工方法，每幅卷材黏结面不少于2条，每条黏结宽度不少于150mm，檐口、屋脊、伸出屋面管口等细部做法同空铺法	适应结构变形较大、基面潮湿、排气困难的层面
点粘法	铺贴防水卷材时，卷材与基面采用点粘的施工方法，要求每平方米范围内至少有5个黏结点，每点面积不少于100mm×100mm，屋面四周黏结，檐口、屋脊、伸出屋面管口等细部做法同空铺法	适应于结构变形较大、基面潮湿、排气有一定困难的屋面

高聚物改性沥青防水卷材粘接方法见表6-8。

表6-8 高聚物改性沥青防水卷材粘接方法

项目	热熔法	冷粘法	自粘法
1	幅宽内应均匀加热，熔融至光亮黑色，卷材基面均匀加热	基面涂刷基面处理剂	基面涂刷基面处理剂
2	不得过分加热，以免烧穿卷材	卷材底面、基面涂刷胶粘剂，涂刷均匀，不漏底，不堆积	边铺边撕去底层隔离纸
3	热熔后立即滚铺	根据胶粘剂性能及气温，控制涂胶后的最佳黏结时间，一般用手触及表面似粘非粘为最佳	滚压、排气、粘牢
4	滚压排气，使之平展，粘牢，不得有皱折	铺贴排气粘牢后，溢口的胶合剂随即刮平封口	搭接部分用热风焊枪加热，溢出自粘胶时随即刮平封口
5	搭接部位溢出热熔胶后，随即刮平封口	—	铺贴立面及大坡面时应先加热粘牢固定

合成高分子改性沥青防水卷材粘接方法见表6-9。

表6-9 合成高分子改性沥青防水卷材粘接技术要求

项目	冷粘法	自粘法	热风焊接法
1	在找平层上均匀涂刷基面处理剂	同高聚物改性沥青防水卷材	基面应清扫干净
2	在基面、卷材底面涂刷配套胶粘剂		卷材铺放平顺，搭接尺寸正确
3	控制黏合时间，一般用手触及表面，以胶粘剂不粘手为最佳时间		控制热风加热温度和时间
4	黏合时不得用力拉伸卷材，避免卷材铺贴后处于受拉状态		卷材排气、铺平
5	辊压、排气、粘牢		先焊长边搭接缝，后焊短边搭接缝
6	清理卷材搭接缝的搭接面，涂刷接缝专用胶，辊压、排气、粘牢		机械固定

卷材的施工工艺如下。

（1）卷材冷粘法施工工艺。

冷粘法施工是指在常温下采用胶粘剂等材料进行卷材与基层、卷材与卷材间黏结的施工方法。一般合成高分子卷材采用胶粘剂、胶粘带粘贴施工，聚合物改性沥青采用冷玛蹄

脂粘贴施工。卷材采用自粘胶铺贴施工也属冷粘法施工工艺。该工艺在常温下作业，不需要加热或明火，施工方便、安全，但要求基层干燥，胶粘剂的溶剂（或水分）充分挥发，否则不能保证黏结的质量。冷粘法施工选择的胶粘剂应与卷材配套、相容且黏结性能满足设计要求。

冷粘法铺贴卷材应符合下列规定。

① 胶粘剂涂刷应均匀，不得露底、堆积；卷材空铺、点粘、条粘时，应按规定的位置及面积涂刷胶粘剂。

② 应根据胶粘剂的性能与施工环境、气温条件等，控制胶粘剂涂刷与卷材铺贴的间隔时间。

③ 铺贴卷材时应排除卷材下面的空气，并应辊压、粘贴牢固。

④ 铺贴的卷材应平整顺直，搭接尺寸应准确，不得扭曲、皱折；搭接部位的接缝应满涂胶粘剂，应辊压、粘贴牢固。

⑤ 合成高分子卷材铺好压粘后，应将搭接部位的黏合面清理干净，并应采用与卷材配套的接缝专用胶粘剂，在搭接缝黏合面上应涂刷均匀，不得露底、堆积，应排除缝间的空气，并应辊压、粘贴牢固。

⑥ 合成高分子卷材搭接部位采用胶粘带黏结时，黏合面应清理干净，必要时可涂刷与卷材及胶粘带材性相容的基层胶粘剂，撕去胶粘带隔离纸后应及时黏合接缝部位的卷材，并应辊压、粘贴牢固；低温施工时，宜采用热风机加热。

⑦ 搭接缝口应用材性相容的密封材料封严。

卷材冷粘法施工工艺具体步骤如下。


【参考视频】

① 涂刷胶粘剂。底面和基层表面均应涂胶粘剂。卷材表面涂刷基层胶粘剂时，先将卷材展开摊铺在旁边平整干净的基层上，用长柄滚刷蘸胶粘剂均匀涂刷在卷材的背面，不得涂刷得太薄而露底，也不能涂刷得过多而产生聚胶。还应注意在搭接缝部位不得涂刷胶粘剂，此部位应留作涂刷接缝胶粘剂，留置宽度即卷材搭接宽度。

涂刷基层胶粘剂的重点和难点与涂刷基层处理剂相同，即阴阳角、平立面转角处、卷材收头处、排水口、伸出屋面管道根部等节点部位。这些部位有增强层时应用接缝胶粘剂，涂刷工具宜用油漆刷。涂刷时，切忌在一处来回涂滚，以免将底胶“咬起”形成凝胶而影响质量。

② 卷材的铺贴。各种胶粘剂的性能和施工环境不同，有的可以在涂刷后立即粘贴卷材，有的则需待溶剂挥发一部分后才能粘贴卷材，尤以后者居多，因此要控制好胶粘剂涂刷与卷材铺贴的间隔时间。一般要求基层及卷材上涂刷的胶粘剂达到表面干燥程度，其间隔时间与胶粘剂性能及气温、湿度、风力等因素有关，通常为10～30min，施工时可凭经验确定，用指触不粘手时即可开始粘贴卷材。间隔时间的控制是冷粘贴施工的难点，这对黏结力和黏结的可靠性影响很大。

卷材铺贴时应对准已弹好的粉线，并且在铺贴好的卷材上弹出搭接宽度线，以便进行第二幅卷材铺贴时，能以此为准进行铺贴。

平面上铺贴卷材时，一般可采用以下两种方法进行。

一种是抬铺法，在涂布好胶粘剂的卷材两端各安排一个工人，拉直卷材，中间根据卷材的长度安排1～4个人，同时将卷材沿长向对折，使涂布胶粘剂的一面向外，抬起卷材，将一边对准搭接缝处的粉线，再翻开上半部卷材铺在基层上，同时拉开卷材使之平服。操

作过程中，对折、抬起卷材、对粉线、翻平卷材等工序，几人均应同时进行。

另一种是滚铺法，将涂布完胶粘剂并达到要求干燥度的卷材用 ϕ50～100mm 的塑料管或原来用来装运卷材的纸筒芯重新成卷，使涂布胶粘剂的一面朝外，成卷时两端要平整，不应出现笋状，以保证铺贴时能对齐粉线，并要注意防止砂子、灰尘等杂物粘在卷材表面。成卷后用一根 ϕ30mm×1500mm 的钢管穿入中心的塑料管或纸筒芯内，由两人分别持钢管两端，抬起卷材的端头，对准粉线，固定在已铺好的卷材顶端搭接部位或基层面上，抬卷材两人同时匀速向前展开卷材，并随时注意将卷材边缘对准粉线，并应使卷材铺贴平整，直到铺完一幅卷材。

每铺完一幅卷材，应立即用干净而松软的长柄压辊（一般重 30～40kg）滚压，使其粘贴牢固。滚压应从中间向两侧边移动，做到排气彻底。平立面交接处，则先粘贴好平面，经过转角，由下向上粘贴卷材，粘贴时切勿拉紧，要轻轻沿转角压紧压实，再往上粘贴，同时排出空气，最后用手持压辊滚压密实，滚压时要从上往下进行。

③ 搭接缝的粘贴。卷材铺好压粘后，应将搭接部位的结合面清除干净，可用棉纱蘸少量汽油擦洗，然后采用油漆刷均匀涂刷接缝胶粘剂，不得出现露底、堆积现象。涂胶量可按产品说明控制，待胶粘剂表面干燥后（指触不粘）即可进行黏合。黏合时应从一端开始，边压合边驱除空气，不许有气泡和皱折现象，然后用手持压辊顺边认真仔细辊压一遍，使其黏结牢固。三层重叠处最不易压严，要用密封材料预先加以填封，否则将会成为渗水通道。

搭接缝全部粘贴后，缝口要用密封材料封严，密封时用刮刀沿缝刮涂，不能留有缺口，密封宽度不应小于 10mm。

（2）卷材热粘法施工工艺。

热粘法是指采用热玛蹄脂或采用火焰加热熔化热熔防水卷材底层的热熔胶进行黏结的施工方法。常用的有 SBS 或 APP（APAO）改性沥青热熔卷材、热玛蹄脂或热熔改性沥青黏结胶粘贴的沥青卷材或改性沥青卷材。这种工艺主要针对含有沥青为主要成分的卷材和胶粘剂，它采取科学有效的加热方法，对热源作了有效的控制，为以沥青为主的防水材料的应用创造了广阔的天地，同时取得良好的防水效果。

厚度小于 3mm 的卷材严禁采用热熔法施工，因为小于 3mm 的卷材在加热热熔底胶时极易烧坏胎体或烧穿卷材。大于 3mm 的卷材在采用火焰加热器加热卷材时既不能过分加热，以免烧穿卷材或使底胶焦化，也不能加热不充分，以免卷材不能很好地与基层粘牢。所以必须加热均匀，来回摆动火焰，使沥青呈光亮即止。热熔卷材铺贴常采取滚铺法，即边加热卷材边立即滚推卷材铺贴于基层，并用刮板用力推刮排出卷材下的空气，使卷材铺平，不皱折、不起泡，与基层粘贴牢固。推刮或辊压时，以卷材两边接缝处溢出沥青热熔胶为最适宜，并将溢出的热熔胶回刮封边。铺贴卷材也应弹好标线，铺贴应顺直，搭接尺寸准确。

热粘法铺贴卷材应符合下列规定。

① 熔化热熔型改性沥青胶结料时，宜采用专用导热油炉加热，加热温度不应高于 200℃，使用温度不宜低于 180℃。

② 粘贴卷材的热熔型改性沥青胶结料厚度宜为 1.0～1.5mm。

③ 采用热熔型改性沥青胶结料铺贴卷材时，应随刮随滚铺，并应展平压实。

卷材热粘法施工工艺如下。


【参考视频】

① 滚铺法。这是一种不展开卷材而边加热烘烤边滚动卷材铺贴的方法。滚铺法的步骤如下。

a. 起始端卷材的铺贴。将卷材置于起始位置，对好长、短方向搭接缝，滚展卷材1000mm左右，掀开已展开的部分，开启喷枪点火，喷枪头与卷材保持50～100mm的距离，与基层呈30°～45°，将火焰对准卷材与基层交接处，同时加热卷材底面热熔胶面和基层，至热熔胶层出现黑色光泽、发亮至稍有微泡出现，慢慢放下卷材平铺于基层，然后进行排气辊压，使卷材与基层黏结牢固。当起始端铺贴至剩下300mm左右长度时，将其翻放在隔热板上，用火焰加热余下起始端基层后，再加热卷材起始端的余下部分，然后将其粘贴于基层。

b. 滚铺。卷材起始端铺贴完成后即可进行大面积滚铺。持枪人位于卷材滚铺的前方，按上述方法同时加热卷材和基层，条粘时只需加热两侧边，加热宽度各为150mm左右。推滚卷材的人蹲在已铺好的卷材起始端上面，等卷材充分加热后缓缓推压卷材，并随时注意卷材的平整顺直和搭接缝宽度。其后紧跟一人用棉纱团等从中间向两边抹压卷材，赶出气泡，并用刮刀将溢出的热熔胶刮压接边缝。另一个人用压辊压实卷材，使之与基层粘贴密实。

② 展铺法。展铺法是先将卷材平铺于基层，再沿边掀起卷材予以加热粘贴。此方法主要适用于条粘法铺贴卷材，其施工方法如下。

a. 先将卷材展铺在基层上，对好搭接缝，按滚铺法的要求先铺贴好起始端卷材。

b. 拉直整幅卷材，使其无皱折、无波纹，能平坦地与基层相贴，并对准长边搭接缝，然后对末端做临时固定，防止卷材回缩，可采用站人等方法。

c. 由起始端开始熔贴卷材，掀起卷材边缘约200mm高，将喷枪头伸入侧边卷材底下，加热卷材边宽约200mm的底面热熔胶和基层，边加热边向后退。然后另一人用棉纱团等由卷材中间向两边赶出气泡，并抹压平整。再由紧随的操作人员持辊压实两侧边卷材，并用刮刀将溢出的热熔胶刮压平整。

d. 铺贴到距末端1000mm左右长度时，撤去临时固定，按前述滚压法铺贴末端卷材。

③ 搭接缝施工。热熔卷材表面一般有一层防粘隔离纸，因此在热熔黏结接缝之前，应先将下层卷材表面的隔离纸烧掉，以利搭接牢固严密。

操作时，由持枪人手持烫板（隔火板）柄，将烫板沿搭接粉线后退，喷枪火焰随烫板移动，喷枪应离开卷材50～100mm，贴近烫板。移动速度要控制合适，以刚好熔去隔离纸为宜。烫板和喷枪要密切配合，以免烧损卷材。排气和辊压方法与前述相同。

当整个防水层熔贴完毕后，所有搭接缝应用密封材料涂封严密。

（3）卷材自粘法施工工艺。

自粘型卷材在工厂生产时，在其底面涂有一层压敏胶，胶粘剂表面敷有一层隔离纸。施工时只要剥去隔离纸，即可直接铺贴。自粘型卷材通常为高聚物改性沥青卷材，施工一般可采用满粘法和条粘法进行铺贴。采用条粘法时，需与基层脱离的部位可在基层上刷一层石灰水或加铺一层撕下的隔离纸。铺贴时为增加黏结强度，基层表面也应涂刷基层处理剂；干燥后应及时铺贴卷材，可采用滚铺法或抬铺法进行。

自粘法铺贴卷材应符合下列规定。

① 铺粘卷材前，基层表面应均匀涂刷基层处理剂，干燥后应及时铺贴卷材。

② 铺贴卷材时，应将自粘胶底面的隔离纸完全撕净。

③ 铺贴卷材时，应排除卷材下面的空气，并应辊压、粘贴牢固。

④ 铺贴的卷材，应平整顺直，搭接尺寸应准确，不得扭曲、皱折；低温施工时，立面、大坡面及搭接部位宜采用热风机加热，加热后应随即粘贴牢固。

⑤ 搭接缝口应采用材性相容的密封材料封严。

铺贴自粘型卷材施工工艺如下。

① 滚铺法。如图 6.30 所示，操作小组由 5 人组成，2 人用 1500mm 长的管材，穿入卷材芯孔一边一人架空慢慢向前转动，一人负责撕拉卷材底面的隔离膜，一名有经验的操作工负责铺贴并尽量排除卷材与基层之间的空气，一名操作工负责在铺好的卷材面进行滚压及收边。

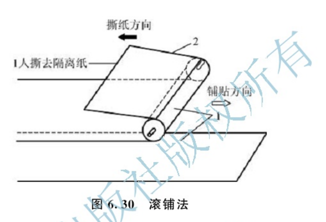


图 6.30　滚铺法

开卷后撕掉卷材端头 500～1000mm 长的隔离纸，对准长边线和端头的位置贴牢就可以进行铺贴了。负责转动铺开卷材的二人还要看好卷材的铺贴和撕拉隔离膜的操作情况，一般保持 1000mm 长左右。在自然松弛状态下对准长边线粘贴。底面的隔离膜必须全部撕净。使用铺卷材器时，要对准卷材的边线滚动。

卷材铺贴的同时应从中间和向前方顺压，使卷材与基层之间的空气全部排出；在铺贴好的卷材上用压辊滚压平整，确保无皱折、无扭曲、无鼓包等缺陷。

卷材的接口处用手持小辊沿接缝顺序滚压，要将卷材末端处滚压严实，并使黏结胶略有外露为好。

卷材的搭接部分要保持洁净，严禁掺入杂物，上下层及相邻两幅的搭接缝均应错开，长短边搭接宽度不少于 80mm。如遇气温低，搭接处黏结不牢，可用加热器适当加热，确保粘贴牢固。溢出的自粘胶随即刮平封口。

② 抬铺法。抬铺法是先将待铺卷材剪好，反铺于基层上，并剥去卷材全部隔离纸后再铺贴卷材的方法。该法适合于较复杂的铺贴部位，或隔离纸不易掀剥的场合。施工时按下述方法进行。

首先根据基层形状裁剪卷材。裁剪时，将卷材铺展在待铺部位，实测基层尺寸（考虑搭接宽度）裁剪卷材。然后将剪好的卷材认真仔细地剥除隔离纸，用力要适度，已剥开的隔离纸与卷材宜成锐角，这样不易拉断隔离纸。如出现小片隔离纸粘连在卷材上时，可用小刀仔细挑出，实在无法剥离时，应用密封材料加以涂盖。全部隔离纸剥离完毕后，将卷材带胶面朝外，沿长向对折卷材。然后抬起并翻转卷材，使搭接边转向搭接粉线。当卷材较长时，在中间安排数人配合，一起将卷材抬到待铺位置，使搭接边对准粉线，从短边搭接缝开始沿长向铺放好搭接缝侧半幅卷材，然后再铺放另半幅。在铺放过程中，各操作人员要默契配合，铺贴的松紧与滚铺法相同。铺放完毕后再进行排气、辊压。

③ 立面和大坡面的铺贴。由于自粘型卷材与基层的黏结力相对较低，在立面或大坡面上，卷材容易产生下滑现象，因此在立面或大坡面上粘贴施工时，宜用手持式汽油喷灯将卷材底面的胶粘剂适当加热后再进行粘贴、排气和辊压。

④ 搭接缝粘贴。自粘型卷材上表面常带有防粘层（聚乙烯膜或其他材料），在铺贴卷材前，应将相邻卷材待搭接部位上表面的防粘层先熔化掉，使搭接缝能黏结牢固。操作时，用手持汽油喷灯沿搭接粉线进行。黏结搭接缝时，应掀开搭接部位卷材，宜用扁头热风枪加热卷材底面胶粘剂，加热后随即粘贴、排气、辊压，溢出的自粘胶随即刮平封口。搭接缝粘贴密实后，所有接缝口均用密封材料封严，宽度不应小于10mm。

(4) 卷材热风焊接法施工工艺。

热风焊接法施工是指采用热空气加热热塑性卷材的黏合面进行卷材与卷材接缝黏结的施工方法，卷材与基层间可采用空铺、机械固定、胶粘剂黏结等方法。热风焊接法主要适用于树脂型（塑料）卷材。焊接工艺结合机械固定使防水设防更有效。目前采用焊接工艺的材料有PVC卷材、高密度和低密度聚乙烯卷材。这类卷材热收缩值较高，最适宜用于有埋置的防水层，宜采用机械固定，点粘或条粘工艺。它强度大，耐穿刺好，焊接后整体性好。

热风焊接卷材在施工时，首先应将卷材在基层上铺平顺直，切忌扭曲、皱折，并保持卷材清洁，尤其在搭接处，要求干燥、干净，不能有油污、泥浆等，否则会严重影响焊接效果，造成接缝渗漏。如果采取机械固定的，应先行用射钉固定；若用胶黏结的，也需要先行粘接，留准搭接宽度。焊接时应先焊长边，后焊短边，否则一旦有微小偏差，长边很难调整。

热风焊接卷材防水施工工艺的关键是接缝焊接，焊接的参数是加热温度和时间，而加热的温度和时间与施工时的气候，如温度、湿度、风力等有关。优良的焊接质量必须使用经培训而真正熟练掌握加热温度、时间的工人才能保证。

焊接法铺贴卷材应符合下列规定。

① 对热塑性卷材的搭接缝可采用单缝焊或双缝焊，焊接应严密。

② 焊接前，卷材应铺放平整、顺直，搭接尺寸应准确，焊接缝的结合面应清理干净。

③ 应先焊长边搭接缝，后焊短边搭接缝。

④ 应控制加热温度和时间，焊接缝不得漏焊、跳焊或焊接不牢。

(5) 卷材热熔法施工工艺。

热熔法铺贴卷材应符合下列规定。

① 火焰加热器的喷嘴距卷材面的距离应适中，幅宽内加热应均匀，应以卷材表面熔融至光亮黑色为度，不得过分加热卷材；厚度小于3mm的高聚物改性沥青防水卷材，严禁采用热熔法施工。

② 卷材表面沥青热熔后应立即滚铺卷材，滚铺时应排除卷材下面的空气。

③ 搭接缝部位宜以溢出热熔的改性沥青胶结料为度，溢出的改性沥青胶结料宽度宜为8mm，并宜均匀顺直；当接缝处的卷材上有矿物粒或片料时，应用火焰烘烤及清除干净后再进行热熔和接缝处理。

④ 铺贴卷材时应平整顺直，搭接尺寸应准确，不得扭曲。

热熔法铺贴卷材施工工艺如下。

① 清理基层。剔除基层上的隆起异物，清除基层上的杂物，清扫干净尘土。

② 涂刷基层处理剂。高聚物改性沥青卷材施工，按产品说明书配套使用，基层处理

剂应与铺贴的卷材材性相容。可将氯丁橡胶沥青胶粘剂加入工业汽油稀释，搅拌均匀，用长把滚刷均匀涂刷于基层表面上，常温经过 4h 后，开始铺贴卷材。

③ 节点附加增强处理。待基层处理剂干燥后，按设计节点构造图做好节点（女儿墙、水落管、管根、檐口、阴阳角等细部）的附加增强处理。

④ 定位、弹线。在基层上按规范要求，排布卷材，弹出基准线。

⑤ 热熔铺贴卷材。按弹好的基准线位置，将卷材沥青膜底面朝下，对正粉线，点燃火焰喷枪（喷灯）对准卷材底面与基层的交接处，使卷材底面的沥青熔化。喷枪头距加热面 50～100mm，与基层成 30°～45°角为宜。当烘烤到沥青熔化，卷材底有光泽并发黑，有一薄的熔层时，即辊压密实。这样边烘烤边推压，当端头只剩下 300mm 左右时，将卷材翻放于隔热板上加热，同时加热基层表面，粘贴卷材并压实，如图 6.31 所示。

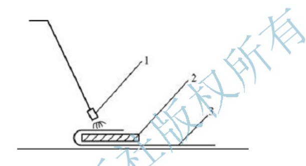


图 6.31　用隔热板加热卷材端头

1—喷枪；2—隔热板；3—卷材

⑥ 搭接缝黏结。搭接缝黏结之前，先熔烧下层卷材上表面搭接宽度内的防粘隔离层。处理时，操作者一手持烫板，一手持喷枪，使喷枪靠近烫板并距卷材 50～100mm，边熔烧，边沿搭接线后退。为防火焰烧伤卷材其他部位，烫板与喷枪应同步移动。处理完毕隔离层，即可进行接缝黏结，如图 6.32 所示。

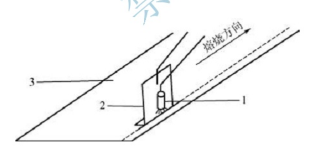


图 6.32　熔烧处理卷材上表面防粘隔离层

1—喷枪；2—烫板；3—已铺下层卷材

施工时应注意：幅宽内应均匀加热，烘烤时间不宜过长，防止烧坏面层材料；热熔后立即滚铺，滚压排气，使之平展、粘牢、无皱折；滚压时，以卷材边缘溢出少量的热熔胶为宜，溢出的热熔胶应随即刮封接口；整个防水层粘贴完毕，所有搭接缝用密封材料予以严密封涂。

⑦ 蓄水试验。卷材铺贴完毕后 24h，按要求进行检验。平屋面可采用蓄水试验，蓄水深度为 20mm，蓄水时间不宜少于 72h；坡屋面可采用淋水试验，持续淋水时间不少于 2h，屋面以无渗漏和积水、排水系统通畅为合格。

（6）机械固定法铺贴卷材施工工艺。

机械固定法铺贴卷材应符合下列规定。

① 固定件应与结构层连接牢固。

② 固定件间距应根据抗风揭试验和当地的使用环境与条件确定，并不宜大于600mm。

③ 卷材防水层周边800mm范围内应满粘，卷材收头应采用金属压条钉压固定和做密封处理。

6.4.4 涂膜防水层施工

1. 防水涂料和胎体增强材料的贮运、保管及验收

(1) 防水涂料和胎体增强材料的贮运、保管，应符合下列规定。

① 防水涂料包装容器应密封，容器表面应标明涂料名称、生产厂家、执行标准号、生产日期和产品有效期，并应分类存放。

② 反应型和水乳型涂料贮运和保管环境温度不宜低于5℃。

③ 溶剂型涂料贮运和保管环境温度不宜低于0℃，并不得日晒、碰撞和渗漏。保管环境应干燥、通风，并应远离火源、热源。

④ 胎体增强材料贮运、保管环境应干燥、通风，并应远离火源、热源。

(2) 进场的防水涂料和胎体增强材料应检验下列项目。

① 高聚物改性沥青防水涂料的固体含量、耐热性、低温柔性、不透水性、断裂伸长率或抗裂性。

② 合成高分子防水涂料和聚合物水泥防水涂料的固体含量、低温柔性、不透水性、拉伸强度、断裂伸长率。

③ 胎体增强材料的拉力、延伸率。

2. 涂膜防水层的施工环境温度

涂膜防水层的施工环境温度应符合下列规定。

(1) 水乳型及反应型涂料宜为5～35℃。

(2) 溶剂型涂料宜为－5～35℃。

(3) 热熔型涂料不宜低于－10℃。

(4) 聚合物水泥涂料宜为5～35℃。

3. 涂膜防水层的基层要求

涂膜防水层基层应坚实平整，排水坡度应符合设计要求，否则会导致防水层积水；同时防水层施工前基层应干净、无孔隙、起砂和裂缝，以保证涂膜防水层与基层有较好的黏结强度。

溶剂型、热熔型和反应固化型防水涂料，涂膜防水层施工时，基层要求干燥，否则会导致防水层成膜后出现空鼓、起皮现象。水乳型或水泥基类防水涂料对基层的干燥度没有严格要求，但从成膜质量和涂膜防水层与基层黏结强度来考虑，干燥的基层比潮湿的基层有利。基层处理剂的施工应符合规范规定。

4. 防水涂料配料

双组分或多组分防水涂料应按配合比准确计量，应采用电动机具搅拌均匀，已配制的涂料应及时使用。配料时，可加入适量的缓凝剂或促凝剂调节固化时间，但不得将其加入已固化的涂料。

5. 涂膜防水层施工要求

（1）涂膜防水层施工应符合下列规定。

① 防水涂料应多遍均匀涂布，涂膜总厚度应符合设计要求。

② 涂膜间夹铺胎体增强材料时，宜边涂布边铺胎体。胎体应铺贴平整，排除气泡，并应与涂料黏结牢固。在胎体上涂布涂料时，应使涂料浸透胎体，并且覆盖完全，不得有胎体外露现象。最上面的涂膜厚度不应小于1.0mm。

③ 涂膜施工应先做好细部处理，再进行大面积涂布。

④ 屋面转角及立面的涂膜应薄涂多遍，不得流淌和堆积。

（2）涂膜防水层施工工艺应符合下列规定。

① 水乳型及溶剂型防水涂料宜选用滚涂或喷涂施工。

② 反应固化型防水涂料宜选用刮涂或喷涂施工。

③ 热熔型防水涂料宜选用刮涂施工。

④ 聚合物水泥防水涂料宜选用刮涂施工。

⑤ 所有防水涂料用于细部构造时，宜选用刷涂或喷涂施工。

6. 涂膜防水的操作方法

涂膜防水的操作方法有涂刷法、涂刮法、喷涂法，见表6-10。

表6-10 涂膜防水的操作方法

操作方法	具体做法	适应范围
涂刷法	（1）用刷子涂刷一般采用蘸刷法，也可边倒涂料边用刷子刷匀，涂布垂直面层的涂料时，最好采用蘸刷法。涂刷应均匀一致，倒料时要注意涂料应均匀倒洒，不可在一处倒得过多，否则涂料难以刷开，造成涂膜厚薄不均匀现象。涂刷时不能将气泡裹进涂层中，如遇气泡应立即消除。涂刷遍数必须按事先试验确定的遍数进行 （2）涂布时应先涂立面，后涂平面。在立面或平面涂布时，可采用分条或按顺序进行。分条进行时，每条宽度应与胎体增强材料宽度一致，以免操作人员踩踏到刚涂好的涂层 （3）前一遍涂料干燥后，方可进行下一层涂膜的涂刷。涂刷前应将前一遍涂膜表面的灰尘、杂物等清理干净，同时还应检查前一遍涂层是否有缺陷，如气泡、露底、漏刷，胎体材料皱折、翘边、杂物混入涂层等不良现象，如果存在上述质量问题，应先进行修补，再涂布下一道涂料 （4）后续涂层的涂刷，材料用量控制要严格，用力要均匀，涂层厚薄要一致，仔细认真涂刷。各道涂层之间的涂刷方向应相互垂直，以提高防水层的整体性和均匀性。涂层接槎处，在每遍涂刷时应退槎50～100mm，接槎时也应超过50mm，以免接槎不严造成渗漏 （5）刷涂施工质量要求涂膜厚薄一致，平整光滑，无明显接槎。施工操作中不应出现流淌、皱纹、漏底、刷花和起泡等弊病	用于刷涂立面和细部节点处理及黏度较小的高聚物改性沥青防水涂料和合成高分子涂料

（续）

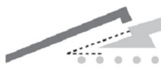
操作方法	具体做法	适应范围
涂刮法	（1）涂刮就是利用刮刀，将厚质防水涂料均匀地涂刮在防水基层上，形成厚度符合设计要求的防水涂膜 （2）涂刮时应用力按刀，使刮刀与被涂面的倾斜角为50°～60°，按刀要用力均匀 （3）涂层厚度控制采用预先在刮板上固定铁丝（或木条）或在屋面上做好标志的方法。铁丝（或木条）的高度应与每遍涂层厚度要求一致 （4）刮涂时只能来回刮1次，不能往返多次刮涂，否则将会出现“皮干里不干”现象 （5）为了加快施工进度，可采用分条间隔施工，待先批涂层干燥后，再抹后批空白处。分条宽度一般为0.8～1.0m，以便抹压操作，并与胎体增强材料宽度相一致 （6）待前一遍涂料完全干燥后（干燥时间不宜少于12h）可进行下一遍涂料施工。后一遍涂料的刮涂方向应与前一遍刮涂方向垂直 （7）当涂膜出现气泡、皱折不平、凹陷、刮痕等情况，应立即进行修补。补好后才能进行下一道涂膜施工	用于黏度较大的高聚物改性沥青防水涂料和合成高分子防水涂料的大面积施工
喷涂法	（1）喷涂施工是利用压力或压缩空气将防水涂料涂布于防水基层面上的机械施工方法，其特点是：涂膜质量好，工效高，劳动强度低，适用于大面积作业 （2）作业时，喷涂压力为0.4～0.8MPa，喷枪移动速度一般为400～600mm/min，喷嘴至受喷面的距离一般应控制在400～600mm （3）喷枪移动的范围不能太大，一般直线喷涂800～1000mm后，拐弯180°向后喷下一行。根据施工条件可选择横向或竖向往返喷涂 （4）第一行与第二行喷涂面的重叠宽度，一般应控制在喷涂宽度的1/3～1/2，以使涂层厚度比较一致 （5）每一涂层一般要求两遍成活，横向喷涂一遍，再竖向喷涂一遍。两遍喷涂的时间间隔由防水涂料的品种及喷涂厚度而定 （6）如有喷枪喷涂不到的地方，应用油刷刷涂	用于黏度较小的高聚物改性沥青防水涂料和合成高分子防水涂料的大面积施工

7. 涂膜防水层的施工工艺

涂膜防水常规施工程序：施工准备工作—板缝处理及基层施工—基层检查及处理—涂刷基层处理剂—节点和特殊部位附加增强处理—涂布防水涂料、铺贴胎体增强材料—防水层清理与检查整修—保护层施工。

其中，板缝处理及基层施工、基层检查及处理是保证涂膜防水施工质量的基础，防水涂料的涂布和胎体增强材料的敷设是最主要和最关键的工序。

涂膜防水的施工与卷材防水层一样，也必须按照“先高后低、先远后近”的原则进



行，即遇有高低跨的屋面，一般先涂布高跨屋面，后涂布低跨屋面；在相同高度的大面积屋面上，要合理划分施工段，施工段的交接处应尽量设在变形缝处，以便于操作和运输顺序的安排，在每段中要先涂布离上料点较远的部位，后涂布较近的部位；先涂布排水较集中的水落口、天沟、檐口，再往高处涂布至屋脊或天窗下；先做节点、附加层，然后再进行大面积涂布；一般涂布方向应顺屋脊方向，如有胎体增强材料时，涂布方向应与胎体增强材料的铺贴方向一致。

(1) 防水涂料的涂布。根据防水涂料种类的不同，防水涂料可以采用涂刷、刮涂或机械喷涂的方法涂布。

涂布前，应根据屋面面积、涂膜固化时间和施工速度估算好一次涂布用量，确定配料量，保证在固化干燥前用完，这一规定对于双组分反应固化型涂料尤为重要。已固化的涂料不能与未固化的涂料混合使用，否则会降低防水涂膜的质量。涂布的遍数应按设计要求的厚度事先通过试验确定，以便控制每遍涂料的涂布厚度和总厚度。胎体增强材料上层的涂布不应少于两遍。

涂料涂布应分条或按顺序进行。分条进行时，每条的宽度应与胎体增强材料的宽度相一致，以免操作人员踩踏刚涂好的涂层。每次涂布前应仔细检查前遍涂层有无缺陷，如气泡、露底、漏刷、胎体增强材料皱折、翘边、杂物混入等现象，如发现上述问题，应先进行修补，再涂布后遍涂层。立面部位涂层应在平面涂布前进行，而且应采用多次薄层涂布，尤其是流平性好的涂料，否则会产生流坠现象，使上部涂层变薄，下部涂层增厚，影响防水性能。

(2) 胎体增强材料的敷设。胎体增强材料的敷设方向与屋面坡度有关。屋面坡度小于3∶20时可平行屋脊敷设，屋面坡度大于3∶20时，为防止胎体增强材料下滑，应垂直屋脊敷设。敷设时由屋面最低标高处开始向上操作，使胎体增强材料搭接顺流水方向，避免呛水。

胎体增强材料搭接时，其长边搭接宽度不得小于50mm，短边搭接宽度不得小于70mm。采用两层胎体增强材料时，由于胎体增强材料的纵向和横向延伸率不同，因此上下层胎体应同方向敷设，使两层胎体材料有一致的延伸性。上下层的搭接缝还应错开，其间距不得小于1/3幅宽，以免产生重缝。

胎体增强材料的敷设可采用湿铺法或干铺法施工。当涂料的渗透性较差或胎体增强材料比较密实时，宜采用湿铺法施工，以便涂料可以很好地浸润胎体增强材料。铺贴好的胎体增强材料不得有皱折、翘边、空鼓等缺陷，也不得有露白现象。铺贴时切忌拉伸过紧，刮平时也不能用力过大，敷设后应严格检查表面是否有缺陷或搭接不足问题，否则应进行修补后才能进行下一道工序的施工。

(3) 细部节点的附加增强处理。屋面细部节点，如天沟、檐沟、檐口、泛水、出屋面管道根部、阴阳角和防水层收头等部位，均应加铺有胎体增强材料的附加层。一般先涂刷1～2遍涂料，铺贴裁剪好的胎体增强材料，使其贴实、平整，干燥后再涂刷一遍涂料。

6.4.5 接缝密封防水施工



【参考视频】

1. 接缝密封防水材料

接缝密封防水材料有如下几种。

(1) 接缝密封材料。接缝种类及其对应的密封材料见表6-11。

表6-11 接缝种类及其对应的密封材料

项次	接缝种类	主要考虑因素	密封材料
1	屋面板接缝	(1) 剪切位移 (2) 耐久性 (3) 耐热度	改性沥青 塑料油膏 聚氯乙烯胶泥
2	水落口杯节点	(1) 耐热度 (2) 拉伸压缩循环性能	硅酮系
3	天沟、檐沟节点	同屋面板接缝	—
4	檐口、泛水卷材收头节点	(1) 黏结性 (2) 流淌性	改性沥青 塑料油膏
5	刚性屋面分格缝节点	(1) 水平位移 (2) 耐热度	硅酮系 聚氨酯密封膏 水乳丙烯酸

(2) 背衬材料。背衬材料常选用聚乙烯闭孔泡沫体和沥青麻丝。其作用是控制密封膏嵌入深度，确保两面粘接，从而使密封材料有较大的自由伸缩能力，提高变形能力。

(3) 隔离条。隔离条一般有四氟乙烯条、硅酮条、聚酯条、氯乙烯条和聚乙烯泡沫条等，其作用与背衬材料相同，主要用于接缝较浅的部位，如檐口、泛水卷材收头、金属管道根部等节点处。

(4) 防污条。防污条要求黏性恰当，其作用是保持黏结物不对界面两边造成污染。

(5) 基层处理剂。基层处理剂一般与密封材料配套供应。

2. 密封材料的贮运、保管及验收

(1) 密封材料的贮运、保管应符合下列规定。

① 密封材料运输时应防止日晒、雨淋、撞击、挤压。

② 密封材料的贮运、保管环境应通风、干燥，防止日光直接照射，并应远离火源、热源。乳胶型密封材料在冬季时应采取防冻措施。

③ 密封材料应按类别、规格分别存放。

(2) 进场的密封材料检验。进场的密封材料应检验下列项目。

① 改性石油沥青密封材料的耐热性、低温柔性、拉伸黏结性、施工度。

② 合成高分子密封材料的拉伸模量、断裂伸长率、定伸黏结性。

3. 接缝密封防水的施工环境温度

接缝密封防水的施工环境温度应符合下列规定。

(1) 改性沥青密封材料和溶剂型合成高分子密封材料宜为0～35℃。

(2) 乳胶型及反应型合成高分子密封材料宜为5～35℃。

4. 密封防水部位的基层

密封防水部位的基层应符合下列规定。



(1) 密封防水部位的基层应牢固，表面应平整、密实，不得有裂缝、蜂窝、麻面、起皮和起砂等现象。

(2) 密封防水部位的基层应清洁、干燥、无油污、无灰尘。

(3) 嵌入的背衬材料与接缝壁间不得留有空隙。

(4) 密封防水部位的基层宜涂刷基层处理剂，涂刷应均匀，不得漏涂。

5. 密封材料防水施工要求

密封材料防水施工要求如下。

(1) 改性沥青密封材料防水施工应符合下列规定。

① 采用冷嵌法施工时，宜分次将密封材料嵌填在缝内，并应防止裹入空气。

② 采用热灌法施工时，应由下向上进行，并宜减少接头。密封材料熬制及浇灌温度，应按不同材料要求严格控制。

(2) 合成高分子密封材料防水施工应符合下列规定。

① 单组分密封材料可直接使用；多组分密封材料应根据规定的比例准确计量，并应拌和均匀。每次拌和量、拌和时间和拌和温度，应按所用密封材料的要求严格控制。

② 采用挤出枪嵌填时，应根据接缝的宽度选用口径合适的枪嘴，应均匀挤出密封材料嵌填，并应由底部逐渐充满整个接缝。

③ 密封材料嵌填后，应在密封材料表面干燥前用腻子刀嵌填修整。

密封材料嵌填应密实、连续、饱满，应与基层黏结牢固；表面应平滑，缝边应顺直，不得有气泡、孔洞、开裂、剥离等现象。

对嵌填完毕的密封材料，应避免碰损及污染；固化前不得踩踏。

6. 施工准备及施工工艺

接缝密封防水施工前应根据密封材料的种类、施工方法选用施工机具，见表 6-12。

表 6-12　密封材料施工机具

方法		具体做法	适用
热灌法		采用塑化炉加热，将锅内材料加温，使其熔化，加热温度为 110～130℃，然后用灌缝车或鸭嘴壶将密封材料灌入缝中，浇灌时的温度不低于 110℃	平面接缝
冷嵌法	批刮法	密封材料不需要加热，手工嵌填时可用腻子刀或刮刀将密封材料分次刮到缝槽两侧的粘接面，然后将密封材料填满整个接缝	平面、立面及节点接缝
	挤出法	可采用专用的挤出枪，并根据接缝的宽度选用合适的枪嘴，将密封材料挤入接缝内。若采用管装密封材料时，可将包装筒塑料嘴斜向切开作为枪嘴，将密封材料挤入接缝内	

缝槽应清洁、干燥、表面应密实、牢固、平整，否则应予以清洗和修整。用直尺检查接缝的宽度和深度，必须符合设计要求，一般接缝的宽度和深度见表 6-13。如尺寸不符合要求，应修整。

表6-13 一般接缝的宽度和深度

接缝间距/m	0～2.0	2.0～3.5	3.5～5.0	5.0～6.5	6.5～8.0
最小缝宽/mm	10	15	20	25	30
嵌缝深度/mm	8±2	10±2	12±2	15±3	15±3

接缝密封防水施工工艺：嵌填背衬材料—敷设防污条—刷涂基层处理剂—嵌填密封材料—保护层施工。其施工要点如下。

（1）嵌填背衬材料。先将背衬材料加工成与接缝宽度和深度相符合的形状（或选购多种规格），然后将其压入接缝里，如图6.33所示。

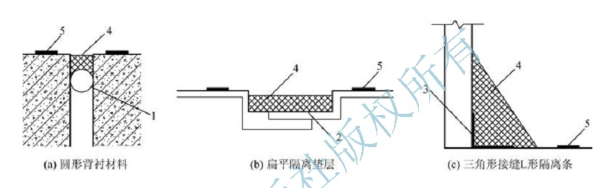


图6.33 背衬材料的嵌填

1—圆形背衬材料；2—扁平隔离垫层；3—L形隔离条；
4—密封防污胶条；5—遮挡防污胶条

（2）敷设防污条。防污条粘贴要成直线，保持密封膏线条美观。

（3）刷涂基层处理剂。单组分基层处理剂摇匀后即可使用，双组分基层处理剂须按产品说明书配比，用机械搅拌均匀，一般需搅拌10min。用刷子将接缝周边涂刷薄薄的一层，要求刷匀，不得漏涂和出现气泡、斑点，表面干燥后应立即嵌填密封材料，表面干燥时间一般为20～60min，如超过24h应该重新涂刷。

（4）嵌填密封材料。密封材料的嵌填按施工方法分为热灌法和冷嵌法两种，其施工方法及适用范围见表6-12。热灌时应从低处开始向上连续进行，先灌垂直屋脊板缝，遇纵横交叉时，应向平行屋脊的板缝两端各延伸150mm，并留成斜槎。灌缝一般宜分两次进行，第一次先灌缝深的1/3～1/2，用竹片或木片将油膏沿缝两边反复搓擦，使之不露白槎，第二次灌满并略高于板面和板缝两侧各20mm。密封材料在嵌填完毕但未干前，用刮刀用力将其压平与修整，并立即揭去遮挡条，养护2～3d，养护期间不得碰损或污染密封材料。

（5）保护层施工。密封材料表面干燥后，按设计要求做保护层。如无设计要求，可用密封材料稀释做“一布二涂”的涂膜保护层，宽度为200～300mm。

6.4.6 保护层和隔离层施工

防水层不但要起到防水作用，而且还要抵御大自然的雨水冲刷、紫外线、臭氧、酸雨、温差变化等，这些都会对防水层造成损害，使防水层提前老化或失去防水功能，因此防水层应加保护层，以延长防水层的使用寿命。这在功能上讲是合理的，在经济上也是合算的。一般地，有了保护层，防水层的寿命至少延长一倍以上，如果做成倒置式屋面，寿



命将延长更多。目前采用的保护层是根据不同的防水材料和屋面功能决定的。

施工完的防水层应进行雨后观察、淋水或蓄水试验，并应在合格后再进行保护层和隔离层的施工。保护层和隔离层施工前，防水层或保温层的表面应平整、干净。保护层和隔离层施工时，应避免损坏防水层或保温层。块体材料、水泥砂浆、细石混凝土保护层表面的坡度应符合设计要求，不得有积水现象。

1. 材料的贮运、保管

保护层材料的贮运、保管应符合下列规定。

(1) 水泥贮运、保管时应采取防尘、防雨、防潮措施。

(2) 块体材料应按类别、规格分别堆放。

(3) 浅色涂料的贮运、保管环境温度，反应型及水乳型不宜低于 5℃，溶剂型不宜低于 0℃。

(4) 溶剂型涂料保管环境应干燥、通风，并应远离火源和热源。

隔离层材料的贮运、保管应符合下列规定。

(1) 塑料膜、土工布、卷材贮运时，应防止日晒、雨淋、重压。

(2) 塑料膜、土工布、卷材保管时，应保证室内干燥、通风。

(3) 塑料膜、土工布、卷材的保管环境应远离火源、热源。

2. 施工环境温度

保护层的施工环境温度应符合下列规定。

(1) 块体材料干铺不宜低于－5℃，湿铺不宜低于 5℃。

(2) 水泥砂浆及细石混凝土宜为 5～35℃。

(3) 浅色涂料不宜低于 5℃。

隔离层的施工环境温度应符合下列规定。

(1) 干铺塑料膜、土工布、卷材可在负温下施工。

(2) 铺抹低强度等级砂浆宜为 5～35℃。

3. 施工工艺

1) 浅色涂层的施工

浅色涂层可在防水层上涂刷，涂刷面除了应干净外，还应干燥，涂膜应完全固化，刚性层应硬化干燥。涂刷时应均匀，不露底，不堆积，一般应涂刷两遍以上。

浅色涂料保护层施工应符合下列规定。

(1) 浅色涂料应与卷材、涂膜相容，材料用量应根据产品说明书的规定使用。

(2) 浅色涂料应多遍涂刷，当防水层为涂膜时，应在涂膜固化后进行。

(3) 涂层应与防水层黏结牢固，厚薄应均匀，不得漏涂。

(4) 涂层表面应平整，不得流淌和堆积。

2) 金属反射膜的粘铺

金属反射膜在工厂生产时一般敷于热熔改性沥青卷材表面，也可以用胶粘剂粘贴于涂膜表面。在现场将金属反射膜粘铺于涂膜表面时，应两人滚铺，从膜下排出空气后，立即辊压、粘牢。

3) 蛭石、云母粉、粒料（砂、石片）撒布

这些粒料如用于热熔改性沥青卷材表面时，应在工厂生产时黏附。在现场将这些粒料

粘铺于防水层表面是在涂刷最后一遍热玛蹄脂或涂料后，立即均匀撒铺粒料并轻轻地辊压一遍，待完全冷却或干燥固化后，再将上面未粘牢的粒料扫去。

4）纤维毡、塑料网格布的施工

纤维毡一般在四周用压条钉压固定于基层上，中间可采取点粘固定，塑料网格布在四周也应固定，中间均应用咬口连接。

5）块体敷设

在敷设块体前应先用点粘法铺贴一层聚酯毡。块体有各式各样的混凝土制品，只要铺摆就可以。如果是上人屋面，则要求用坐砂、坐浆铺砌。块体施工时应铺平垫稳，缝隙均匀一致。

块体材料保护层敷设应符合下列规定。

（1）在砂结合层上敷设块体时，砂结合层应平整，块体间应预留 10mm 的缝隙，缝内应填砂，并应用 1∶2 水泥砂浆勾缝。

（2）在水泥砂浆结合层上敷设块体时，应先在防水层上做隔离层，块体间应预留 10mm 的缝隙，缝内应用 1∶2 水泥砂浆勾缝。

（3）块体表面应洁净、色泽一致，应无裂纹、掉角和缺楞等缺陷。

6）水泥砂浆、聚合物水泥砂浆或干粉砂浆铺抹

铺抹砂浆也应按设计要求，如需隔离层，则应先铺一层无纺布，再按设计要求铺抹砂浆，抹平压光，并按设计分格，也可以在硬化后用锯切割，但必须注意不可伤及防水层，锯割深度为砂浆厚度的 1/3～1/2。

7）混凝土、钢筋混凝土施工

混凝土、钢筋混凝土保护层施工前应在防水层上做隔离层，隔离层可采用低标号砂浆（石灰黏土砂浆）、油毡、聚酯毡、无纺布等。隔离层应铺平，然后铺放绑扎配筋，支好分格缝模板，浇筑细石混凝土，也可以全部浇筑硬化后用锯切割混凝土缝，但缝中应填嵌密封材料。

6.4.7 瓦屋面施工

瓦屋面采用的木质基层、顺水条、挂瓦条的防腐、防火及防蛀处理，以及金属顺水条、挂瓦条的防锈蚀处理，均应符合设计要求。屋面木质基层应铺钉牢固、表面平整；钢筋混凝土基层的表面应平整、干净、干燥。

防水垫层的敷设应符合下列规定。

（1）防水垫层可采用空铺、满粘或机械固定。

（2）防水垫层在瓦屋面构造层次中的位置应符合设计要求。

（3）防水垫层宜自下而上平行于屋脊敷设。

（4）防水垫层应顺流水方向搭接，搭接宽度应符合规范规定。

（5）防水垫层应敷设平整，下道工序施工时，不得损坏已敷设完成的防水垫层。

持钉层的敷设应符合下列规定。

（1）屋面无保温层时，木质基层或钢筋混凝土基层可视为持钉层。钢筋混凝土基层不平整时，宜用 1∶2.5 的水泥砂浆进行找平。

（2）屋面有保温层时，保温层上应按设计要求做细石混凝土持钉层，内配钢筋网应骑跨屋脊，并应绷直与屋脊和檐口、檐沟部位的预埋锚筋连牢。预埋锚筋穿过防水层或防水



垫层时，破损处应进行局部密封处理。

(3) 水泥砂浆或细石混凝土持钉层可不设分格缝；持钉层与突出屋面结构的交接处应预留 30mm 宽的缝隙。

1. 烧结瓦、混凝土瓦屋面

烧结瓦、混凝土瓦的贮运、保管应轻拿轻放，不得抛扔、碰撞；进入现场后应堆垛整齐。进场的烧结瓦、混凝土瓦应检验抗渗性、抗冻性和吸水率等项目。顺水条应顺流水方向固定，间距不宜大于 500mm，顺水条应铺钉牢固、平整。挂瓦条时应拉通线，挂瓦条的间距应根据瓦片尺寸和屋面坡长经计算确定，挂瓦条应铺钉牢固、平整，上棱应成一条直线。

敷设瓦屋面时，瓦片应均匀分散堆放在两坡屋面基层上，严禁集中堆放；应由两坡从下向上同时对称敷设；瓦片应铺成整齐的行列，并应彼此紧密搭接，做到瓦榫落槽、瓦脚挂牢、瓦头排齐，且无翘角和张口现象，檐口应成一直线；脊瓦搭盖间距应均匀，脊瓦与坡面瓦之间的缝隙应用聚合物水泥砂浆填实抹平，屋脊或斜脊应顺直；沿山墙一行瓦宜用聚合物水泥砂浆做出披水线。

檐口第一根挂瓦条应保证瓦头出檐口 50～70mm；屋脊两坡最上面的一根挂瓦条，应保证脊瓦在坡面瓦上的搭盖宽度不小于 40mm；钉檐口条或封檐板时，均应高出挂瓦条 20～30mm。

烧结瓦、混凝土瓦屋面完工后，应避免屋面受物体冲击，严禁任意上人或堆放物件。

2. 沥青瓦屋面

不同类型、规格的沥青瓦应分别堆放，贮存温度不应高于 45℃，并且应平放贮存；应避免雨淋、日晒、受潮，并应注意通风和避免接近火源。进场的沥青瓦应检验可溶物含量、拉力、耐热度、柔度、不透水性、叠层剥离强度等项目。

敷设沥青瓦前，应在基层上弹出水平及垂直基准线，并应按线敷设。檐口部位宜先敷设金属滴水板或双层檐口瓦，并应将其固定在基层上，然后再敷设防水垫层和起始瓦片。

沥青瓦应自檐口向上敷设，起始层瓦应由瓦片经切除垂片部分后制得，且起始层瓦沿檐口应平行敷设并伸出檐口 10mm，再用沥青基胶结材料和基层黏结；第一层瓦应与起始层瓦叠合，但瓦切口应向下指向檐口；第二层瓦应压在第一层瓦上且露出瓦切口，但不得超过切口长度。相邻两层沥青瓦的拼缝及切口应均匀错开。

檐口、屋脊等屋面边沿部位的沥青瓦之间、起始层沥青瓦与基层之间，应采用沥青基胶结材料满粘牢固。在沥青瓦上钉固定钉时，应将钉垂直钉入持钉层内；固定钉穿入细石混凝土持钉层的深度不应小于 20mm，穿入木质持钉层的深度不应小于 15mm，固定钉的钉帽不得外露在沥青瓦表面。每片脊瓦应用两个固定钉固定；脊瓦应顺年最大频率风向搭接，并应搭盖住两坡面沥青瓦每边不小于 150mm；脊瓦与脊瓦的压盖面不应小于脊瓦面积的 1/2。

沥青瓦屋面与立墙或伸出屋面的烟囱、管道的交接处应做泛水，在其周边与立面 250mm 的范围内应敷设附加层，然后在其表面用沥青基胶结材料满粘一层沥青瓦片。

敷设沥青瓦屋面的天沟应顺直，瓦片应黏结牢固，搭接缝应密封严密，排水应通畅。

6.4.8 金属板屋面施工

金属板应用专用吊具安装，吊装和运输过程中不得损伤金属板材；金属板堆放地点宜

选择在安装现场附近，堆放场地应平整坚实且便于排除地表水。金属板应边缘整齐、表面光滑、色泽均匀、外形规则，不得有扭翘、脱膜和锈蚀等缺陷。进场的彩色涂层钢板及钢带应检验屈服强度、抗拉强度、断后伸长率、镀层重量、涂层厚度等项目。

金属面绝热夹芯板的贮运、保管应采取防雨、防潮、防火措施；夹芯板之间应用衬垫隔离，并应分类堆放，避免受压或机械损伤。进场的金属面绝热夹芯板应检验剥离性能、抗弯承载力、防火性能等项目。

金属板屋面的构件及配件应有产品合格证和性能检测报告，其材料的品种、规格、性能等应符合设计要求和产品标准的规定。

金属板屋面施工应在主体结构和支承结构验收合格后进行。金属板屋面施工前应根据施工图纸进行深化排板图设计。金属板敷设时，应根据金属板板型技术要求和深化设计排板图进行。施工测量应与主体结构测量相配合，其误差应及时调整，不得积累；施工过程中应定期对金属板的安装定位基准点进行校核。金属板的长度应根据屋面排水坡度、板型连接构造、环境温差及吊装运输条件等综合确定，横向搭接方向宜顺主导风向；当在多维曲面上雨水可能翻越金属板板肋横流时，金属板的纵向搭接应顺流水方向。金属板敷设过程中应对金属板采取临时固定措施，当天就位的金属板材应及时连接固定，其安装应平整、顺滑，板面不应有施工残留物；檐口线、屋脊线应顺直，不得有起伏不平的现象。

金属板屋面施工完毕，应进行雨后观察、整体或局部淋水试验，檐沟、天沟应进行蓄水试验，并应填写淋水和蓄水试验记录。完工后，应避免屋面受物体冲击，并且不能对金属面板进行焊接、开孔等作业，严禁任意上人或堆放物件。

6.4.9 玻璃采光顶施工

玻璃采光顶部件在搬运时应轻拿轻放，严禁发生互相碰撞；采光玻璃在运输中应采用有足够承载力和刚度的专用货架；部件之间应用衬垫固定，并应相互隔开；采光顶部件应放在专用货架上，存放场地应平整、坚实、通风、干燥，并严禁与酸碱等物质接触。

玻璃采光顶施工应在主体结构验收合格后进行；采光顶的支承构件与主体结构连接的预埋件应按设计要求埋设。施工测量应与主体结构测量相配合，测量偏差应及时调整，不得积累；施工过程中应定期对采光顶的安装定位基准点进行校核。其支承构件、玻璃组件及附件，以及材料的品种、规格、色泽和性能应符合设计要求和技术标准的规定。

玻璃采光顶施工完毕后，应进行雨后观察、整体或局部淋水试验，檐沟、天沟应进行蓄水试验，并应填写淋水和蓄水试验记录。

(1) 框架支承玻璃采光顶的安装施工应符合下列规定。

① 应根据采光顶分格测量，确定采光顶各分格点的空间定位。

② 支承结构应按顺序安装，采光顶框架组件安装就位、调整后应及时紧固；不同金属材料的接触面应采用隔离材料。

③ 采光顶的周边封堵收口、屋脊处压边收口、支座处封口处理，均应敷设平整且固定可靠。

④ 采光顶天沟、排水槽、通气槽及雨水排出口等细部构造应符合设计要求。

⑤ 装饰压板应顺流水方向设置，表面应平整，接缝应符合设计要求。

(2) 点支承玻璃采光顶的安装施工应符合下列规定。

① 应根据采光顶分格测量，确定采光顶各分格点的空间定位。

② 钢桁架及网架结构安装就位、调整后应及时紧固；钢索杆结构的拉索、拉杆预应力施加应符合设计要求。

③ 采光顶应采用不锈钢驳接组件装配，爪件安装前应精确定出其安装位置。

④ 玻璃宜采用机械吸盘安装，并应采取必要的安全措施。

⑤ 玻璃接缝应采用硅酮耐候密封胶。

⑥ 中空玻璃钻孔周边应采取多道密封措施。

(3) 明框玻璃组件组装应符合下列规定。

① 玻璃与构件槽口的配合应符合设计要求和技术标准的规定。

② 玻璃四周密封胶条的材质、型号应符合设计要求，镶嵌应平整、密实，胶条的长度宜大于边框内槽口长度的1.5%～2.0%。胶条在转角处应斜面断开，并应用胶粘剂黏结牢固。

③ 组件中的导气孔及排水孔设置应符合设计要求，组装时应保持孔道通畅。

④ 明框玻璃组件应拼装严密，框缝密封应采用硅酮耐候密封胶。

(4) 隐框及半隐框玻璃组件组装应符合下列规定。

① 玻璃及框料黏结表面的尘埃、油渍和其他污物，应分别使用带溶剂的擦布和干擦布清除干净，并应在清洁后1h内嵌填密封胶。

② 结构黏结材料应采用硅酮结构密封胶，其性能应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》(GB 16776—2005) 的有关规定；硅酮结构密封胶应在有效期内使用。

③ 硅酮结构密封胶应嵌填饱满，并应在温度15～30℃、相对湿度50%以上、洁净的室内进行，不得在现场嵌填。

④ 硅酮结构密封胶的黏结宽度和厚度应符合设计要求，胶缝表面应平整光滑，不得出现气泡。

⑤ 硅酮结构密封胶固化期间，组件不得长期处于单独受力状态。

(5) 玻璃接缝密封胶的施工应符合下列规定。

① 玻璃接缝密封应采用硅酮耐候密封胶，其性能应符合现行行业标准《幕墙玻璃接缝用密封胶》(JC/T 882—2001) 的有关规定，密封胶的级别和模量应符合设计要求。

② 密封胶的嵌填应密实、连续、饱满，胶缝应平整光滑、缝边顺直。

③ 玻璃间的接缝宽度和密封胶的嵌填深度应符合设计要求。

④ 不宜在夜晚、雨天嵌填密封胶，嵌填温度应符合产品说明书规定，嵌填密封胶的基面应清洁、干燥。


【知识链接】

课题 6.5　雨期和冬期施工

6.5.1　雨期施工

防水工程及屋面工程施工在雨期应遵循下列原则。

(1) 卷材层面应尽量在雨季前施工，并同时安装屋面的落水管。

(2) 雨天严禁进行油毡屋面施工，油毡、保温材料不准淋雨。

(3) 雨天屋面工程宜采用"湿铺法"施工工艺，"湿铺法"就是在"潮湿"基层上铺贴卷材，先喷刷1～2道冷底子油，喷刷工作宜在水泥砂浆凝结初期进行操作，以防基层

浸水。如基层已浸水，应等基层面干燥后再铺贴油毡，如基层潮湿且干燥有困难时，可采用排气屋面。

6.5.2 冬期施工

冬期进行屋面防水工程施工应选择无风晴朗天气，并应根据使用的防水材料控制其施工气温界限，以及利用日照条件提高面层温度。在迎风面应设置活动的挡风装置。

在施工中有交叉作业时，应合理安排隔汽层、保温层、找平层、防水层的施工工序，并应做到连续操作。对已完成部位应及时覆盖，以免受潮、受冻。

（1）保温层施工。冬期施工采用的屋面保温材料应符合设计要求，不得含有冰雪、冻块和杂质。干铺的保温层可在负温下施工，采用沥青胶结的整体保温层和板状保温层应在气温不低于－10℃时施工，采用水泥、石灰或乳化沥青胶结的整体保温层和板状保温层应在气温不低于 5℃时施工。

雪天或五级风及以上的天气不得施工。

（2）找平层施工。水泥砂浆找平层可掺入防冻剂。当采用氯化钠防冻剂时，宜选用普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥，严禁使用高铝水泥。砂浆强度不应低于 3.5MPa，施工时的气温不应低于－7℃。

采用沥青砂浆作找平层时，基层应干燥、平整，不得有冰层或积雪。基层应先满涂冷底子油 1～2 道，待冷底子油干燥后，方可做找平层。施工时应采取分段流水作业和保温等措施。沥青砂浆施工温度应符合要求。找平层应牢固坚实，表面无凹凸、起砂、起鼓现象。如有积雪、残留冰霜、杂物等，应清扫干净。

（3）防水层、隔汽层施工。沥青卷材施工的环境温度不应低于 5℃。当气温较低且屋面防水层采用卷材时，可采用热熔法和冷粘法施工。

热熔法施工温度不应低于－10℃，宜使用高聚物改性沥青防水卷材。涂刷基层处理剂宜使用快挥发的溶剂，涂刷后应干燥 10h 及以上，干燥后应及时铺贴。卷材接缝的边缘及末端收头部位应以密封材料做嵌缝处理，必要时也可在经过密封处理的末端收头处再用掺防冻剂的水泥砂浆做压缝处理。

冷粘法施工温度不宜低于－5℃，宜使用合成高分子防水卷材。涂布基层处理时应将聚氨酯涂膜防水材料按甲料：乙料：二甲苯＝1：1.5：3 的比例配料，搅拌均匀，涂在基层表面上，干燥时间不应少于 10h。采用聚氨酯涂料做附加层处理时，按甲料：乙料＝1：1.5 的比例，厚度不小于 1.5min，并应在固化 36h 以后，方能进行下一工序施工。铺贴立面或大坡面合成高分子防水卷材宜用满粘法。接缝采用配套的接缝胶粘剂，接缝口应用密封材料封严，其宽度不应小于 10mm。

当采用溶剂型涂料做防水层时，施工环境温度不应低于－5℃，在雨天、雪天、5 级风及以上时不得施工。涂料贮运环境温度不宜低于 0℃，并应避免碰撞，保管环境应干燥、通风并远离火源。基层处理剂可由有机溶剂稀释而成，充分搅拌，涂刷均匀，干燥后方可进行涂膜施工。涂膜防水层应由两层以上涂层组成，总厚度应达到设计要求，其成膜厚度不应小于 2mm。施工时可采用涂刮或喷涂。当涂刮施工时，每遍涂刮的推进方向宜与前一遍互相垂直，并在前一遍涂料干燥后，方可进行后一遍涂料施工。在涂层中夹铺胎体增强材料时，位于胎体下面的涂层厚度不应小于 1mm，胎体上面的涂层不应少于两层。

隔汽层可采用气密性好的单层卷材铺设，采用花铺法施工，卷材搭接宽度不应小于80mm。采用防水涂料时，宜选用溶剂型涂料。隔汽层施工的温度不应低于－5℃。

单元小结

本单元主要讲述地下防水、室内防水、外墙防水、屋面工程、雨期施工和冬期施工措施。

地下防水工程介绍地下防水工程卷材防水、结构自防水等几种常见防水形式的施工方法和施工操作要点，以及施工质量缺陷和预防措施。要求重点掌握卷材防水内贴法和外贴法的施工工艺和防水混凝土的施工工艺，同时了解水泥砂浆和冷胶料防水的施工特点。

室内防水主要介绍了厕浴间和厨房防水材料、防水构造等的要求，聚合物乳液（丙烯酸）防水涂料施工、单组分聚氨酯防水涂料施工、聚合物水泥防水涂料施工、水泥基渗透结晶型防水材料施工等的施工工艺。外墙防水主要介绍外保温外墙防水防护施工、无外保温外墙防水防护施工的要求和方法。

在屋面防水工程中，重点介绍了卷材防水铺贴方法、铺贴要求、铺贴顺序及刚性防水屋面的适用范围。要求重点掌握卷材、涂膜、刚性防水层的施工程序及技术要点，也要了解屋面接缝密封防水施工的技术要求。屋面保温工程要求掌握常用保温材料种类、要求及倒置式屋面构造特点。

不论地下防水工程、室内防水、外墙防水还是屋面防水工程，细部和节点做法是防水的薄弱环节和防水工程质量保证的关键，学习过程应引起高度的重视。

推荐阅读资料

1.《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2013)
2.《硬泡聚氨酯保温防水工程技术规范》(GB 50404—2007)
3.《屋面工程技术规范》(GB 50345—2012)
4.《聚氨酯防水涂料》(GB/T 19250—2013)
5.《屋面工程质量验收规范》(GB 50207—2012)
6.《地下防水工程质量验收规范》(GB 50208—2011)
7.《混凝土矿物掺合料应用技术规程》(DB11/T 1029—2013)
8.《地下工程防水技术规范》(GB 50108—2008)

习题

一、单选题

1. 建筑物外墙抹灰应选择（　　）。

A. 麻刀灰　　B. 纸筋灰　　C. 混合砂浆　　D. 水泥砂浆

2. 当屋面坡度小于3∶100，卷材应（　　）屋脊方向铺贴。

A. 平行　　B. 垂直

C. 一层平行，一层垂直　　D. 由施工单位自行决定

3. 地下防水混凝土的施工缝应留在墙身上，并距墙身洞口边不宜少于（　　）mm。

A. 200　　B. 300　　C. 400　　D. 500

4. 刚性防水屋面分隔缝纵横向间距不宜大于（　　）mm，分格面积以 $20m^2$ 为宜。

A. 3000　　B. 4000　　C. 5000　　D. 6000

5. 合成高分子卷材使用的黏结剂应使用（　　）的，以免影响黏结效果。

A. 高品质　　B. 同一种类

C. 由卷材生产厂家配套供应　　D. 不受限制

6. 当屋面坡度小于 3∶20 时，卷材应（　　）铺贴。

A. 平行屋脊

B. 垂直于屋脊

C. 第一层平行屋脊，第二层垂直屋脊

D. 第一层垂直屋脊，第二层平行屋脊

7. 细石混凝土屋面防水层中应配置直径为 4mm、间距 200mm 的双向钢筋网片以抵抗（　　）造成混凝土防水层开裂，钢筋网片在分格缝处应断开。

A. 混凝土干缩　　B. 地基不均匀沉降

C. 屋面荷载　　D. 太阳照射

8. 地下结构使用的防水方案中应用较广泛的是（　　）。

A. 盲沟排水　　B. 混凝土结构　　C. 防水混凝土结构　　D. 止水带

9. 当屋面坡度小于 3∶100 时，沥青防水卷材的铺贴方向宜（　　）。

A. 平行于屋脊　　B. 垂直于屋脊

C. 与屋脊成 45°　　D. 下层平行于屋脊，上层垂直于屋脊

10. 当屋面坡度大于 3∶20 或受振动时，沥青防水卷材的铺贴方向应（　　）。

A. 平行于屋脊　　B. 垂直于屋脊

C. 与屋脊成 45°　　D. 上下层相互垂直

11. 当屋面坡度大于（　　）%时，应采取防止沥青卷材下滑的固定措施。

A. 3　　B. 10　　C. 15　　D. 25

12. 屋面防水层施工时，同一坡面的防水卷材，最后铺贴的应为（　　）。

A. 水落口部位　　B. 天沟部位　　C. 沉降缝部位　　D. 大屋面

13. 粘贴高聚物改性沥青防水卷材，使用最多的是（　　）。

A. 热黏结剂法　　B. 热熔法　　C. 冷粘法　　D. 自粘法

14. 采用条粘法铺贴屋面卷材时，每幅卷材两边的粘贴宽度不应小于（　　）mm。

A. 50　　B. 100　　C. 150　　D. 200

15. 在涂膜防水屋面施工的工艺流程中，基层处理剂干燥后的第一项工作是（　　）。

A. 基层清理　　B. 节点部位增强处理

C. 涂布大面防水涂料　　D. 铺贴大面积增强材料

16. 屋面刚性防水层的细石混凝土最好采用（　　）拌制。

A. 火山灰水泥　　B. 矿渣硅酸盐水泥

C. 普通硅酸盐水泥　　D. 粉煤灰水泥

17. 地下工程的防水卷材的设置与施工最宜采用（　　）法。

A. 外防外贴　　B. 外防内贴　　C. 内防外贴　　D. 内防内贴

18. 地下卷材防水层未作保护结构前，应保持地下水位低于卷材底部不少于（　　）mm。

A. 200　　B. 300　　C. 500　　D. 1000

19. 对地下卷材防水层的保护层，以下说法不正确的是（　　）。

A. 顶板防水层上用厚度不少于 70mm 的细石混凝土保护

B. 底板防水层上用厚度不少于 40mm 的细石混凝土保护

C. 侧墙防水层可用软保护

D. 侧墙防水层可铺抹 20mm 厚 1∶3 水泥砂浆保护

20. 防水混凝土迎水面的钢筋保护层厚度不得少于（　　）mm。

A. 25　　B. 35　　C. 50　　D. 100

21. 高分子卷材正确的铺贴施工工序是（　　）。

A. 底胶→卷材上胶→滚铺→上胶→覆层卷材→着色剂

B. 底胶→滚铺→卷材上胶→上胶→覆层卷材→着色剂

C. 底胶→卷材上胶→滚铺→覆层卷材→上胶→着色剂

D. 底胶→卷材上胶→上胶→滚铺→覆层卷材→着色剂

22. 沥青基涂料正确的施工顺序是（　　）。

A. 准备→基层处理→涂布→铺设　　B. 准备→涂布→基层处理→铺设

C. 准备→基层处理→铺设→涂布　　D. 准备→铺设→基层处理→涂布

23. 卷材防水施工时，在天沟与屋面的连接处采用交叉法搭接且接缝错开，其接缝不宜留设在（　　）。

A. 天沟侧面　　B. 天沟底面　　C. 屋面　　D. 天沟外侧

二、多选题

1. 屋面铺贴防水卷材应采用搭接法连接，其要求包括（　　）。

A. 相邻两幅卷材的搭接缝应错开

B. 上下层卷材的搭接缝应对正

C. 平行于屋脊的搭接缝应顺水流方向搭接

D. 垂直于屋脊的搭接缝应顺年最大频率风向搭接

E. 搭接宽度应符合规定

2. 连续多跨屋面卷材的铺贴次序应为（　　）。

A. 先高跨后低跨　　B. 先低跨后高跨　　C. 先近后远

D. 先远后近　　E. 先屋脊后天沟

3. 采用热熔法粘贴卷材的工序包括（　　）。

A. 铺撒热沥青胶　　B. 滚铺卷材　　C. 赶压排气

D. 辊压黏结　　E. 刮封接口

4. 合成高分子防水卷材的粘贴方法有（　　）。

A. 热熔法　　B. 热粘法　　C. 冷粘法

D. 自粘法　　E. 热风焊接法

5. 对屋面涂膜防水增强胎体施工的正确做法包括（　　）。

A. 屋面坡度大于 3∶20 时应垂直于屋脊铺设

B. 铺设应由高向低进行

C. 长边搭接宽度不得小于 50mm

D. 上下层胎体不得相互垂直铺设

E. 上下层胎体的搭接位置应错开 1/3 幅宽以上

6. 油毡防水层起鼓的原因是（　　）。

A. 不清洁，有积灰

B. 基层面潮湿

C. 基层面冷底子油涂刷不匀，有的地方漏刷

D. 涂刷施工时沥青胶温度较低，与油毡粘贴不牢

E. 阴雨天或雾天施工

7. 对卷材防水层的铺贴方向要求是（　　）。

A. 屋面坡度大于 3∶20 时垂直于屋脊铺贴

B. 屋面坡度在（1∶20）～（3∶20）之间，卷材各层平行与垂直于屋脊交替铺贴

C. 屋面坡度小于 3∶100 时卷材平行于屋脊铺贴

D. 铺贴应由高向低施工

8. 高分子防水卷材屋面施工有（　　）优点，所以是国家推广使用的新型建材。

A. 寿命长　　B. 价格低

C. 施工方便　　D. 避免高温作业

9. 高分子防水卷材具有（　　）等优点，是国家推广使用的升级换代的建筑材料。

A. 耐久性好　　B. 价格低　　C. 可以冷加工

D. 可单层防水　　E. 质量轻

10. 地下防水工程渗漏部位易发生在（　　）。

A. 墙面和底板　　B. 施工缝处　　C. 穿墙管道处

D. 混凝土浇筑有缺陷处　　E. 混凝土强度低的部位

11. 石油沥青卷材满贴法，卷材搭接宽度长边不应（　　）mm，短边不应（　　）mm。

A. 小于 70　　B. 大于 70

C. 小于 100　　D. 大于 100

12. 屋面找平层和细石混凝土防水层均应设分格缝，其目的是防止（　　）造成开裂。

A. 基础沉降　　B. 温度变形

C. 混凝土干缩　　D. 混凝土强度低

13. 防水屋面与高分子卷材施工配套使用的辅材有（　　）等材料。

A. 冷底子油　　B. 基层处理剂　　C. 基层胶粘剂

D. 接缝胶粘剂　　E. 表面着色剂

14. 水泥砂浆找平层是卷材防水层的基层，它的质量好坏对防水施工效果有很大影响，因此要求水泥砂浆找平层（　　）。

A. 平整坚实　　B. 无起砂

C. 无开裂、无起壳　　D. 高强度

15. 为了防止卷材防水层起鼓，要求基层（　　），避免雨、雾、霜天施工。

A. 干燥　　B. 无起砂

C. 平整　　D. 高强度

16. 为了保证防水混凝土施工质量，要求（　　）。

A. 混凝土浇筑密实　　B. 养护时间不少于 7d

C. 养护时间不少于 14d　　D. 处理好施工缝

E. 处理好固定模板的穿墙螺栓

17. 防水混凝土是通过（　　）来提高密实性和抗渗性的，使其具有一定的防水能力。

A. 提高混凝土强度　　B. 大幅度提高水泥用量

C. 调整配合比　　D. 掺外加剂

18. 在地下防水混凝土结构中，（　　）等是防水薄弱部位。

A. 施工缝　　B. 固定模板的穿墙螺栓处

C. 穿墙管处　　D. 变形缝处

E. 基础地板

19. 屋面刚性防水层施工的正确做法是（　　）。

A. 防水层与女儿墙的交接处应做柔性密封处理

B. 防水层内应避免埋设过多管线

C. 屋面坡度宜为（2∶100）～(3∶100)，应使用材料做法找坡

D. 防水层的厚度不小于 40mm

E. 钢筋网片保护层的厚度不应小于 10mm

三、简答题

1. 试述沥青卷材屋面防水层的施工过程。
2. 常用防水卷材有哪些种类？
3. 刚性防水屋面的隔离层如何施工？分格缝如何处理？简述其施工要点。
4. 卷材屋面保护层有哪几种做法？
5. 试述涂膜防水屋面的施工过程。
6. 简述屋面保温工程保温层的铺设施工要点。
7. 倒置式屋面的保温层应如何施工？
8. 简述倒置式屋面施工工艺流程。
9. 简要回答卷材地下防水外贴法、内贴法施工要点。
10. 补偿收缩混凝土防水层怎样施工？
11. 影响普通防水混凝土抗渗性的主要因素有哪些？防水混凝土所用的材料有什么要求？
12. 防水混凝土是如何分类的？各有哪些特点？
13. 卫生间防水有哪些特点？
14. 聚氨酯涂膜防水有哪些优缺点？有哪些施工工序？
15. 卫生间涂膜防水施工应注意哪些事项？

单元7

装饰工程施工

教学目标

掌握抹灰施工工艺；掌握饰面板及饰面砖施工工艺；了解钢丝网架夹芯板隔墙、木龙骨隔墙、轻钢龙骨隔墙、平板玻璃隔墙等的施工工艺；了解木门窗、塑料门窗、铝合金门窗等的施工工艺，了解建筑涂料、油漆涂料等的施工工艺，了解裱糊工程施工工艺，了解玻璃幕墙材料、构造要求及玻璃幕墙安装工艺。

教学要求

能力目标	知识要点	权重
了解装饰工程常用施工机具	常用施工机具	5%
掌握抹灰施工工艺	抹灰施工工艺	20%
掌握饰面板、饰面砖施工工艺	饰面板施工	20%
了解整体面层、板块面层、木竹面层施工等的施工工艺	地面工程	10%
了解木骨架罩面板顶棚、轻钢骨架罩面板顶棚施工工艺	吊顶施工	10%
了解钢丝网架夹芯板隔墙、木龙骨隔墙、轻钢龙骨隔墙、平板玻璃隔墙等的施工工艺	轻质隔墙工程	5%
了解木门窗、塑料门窗、铝合金门窗等的施工工艺	门窗工程	10%
了解建筑涂料、油漆涂料等的施工工艺	涂饰工程	10%
了解裱糊工程施工工艺	裱糊工程施工	5%
了解玻璃幕墙材料、构造要求及玻璃幕墙安装工艺	幕墙工程	5%

引例

某工程为宾馆配套娱乐设施的内部装修，包括内部的室内设计及连接宾馆大堂的入口及通道的装饰，1 层、2 层为宾馆的 KTV 区、3 层为美容美发区。因项目所在地附近为居民区，所以设计在营造浪漫梦幻的娱乐气氛同时注意了对噪声的控制，最大可能地减少对周边环境的影响。

(1) KTV 部分的外墙窗口均在窗户内部用轻质隔墙进行封闭；1、2 层内部的消防疏散通道新增设甲级防火门，以减少噪声的泄露。在接待区用白色、棕色、黑色石材做钢琴键盘形拼花处理，走廊的墙面采用了乳胶漆和金属墙纸的相间处理，以适度的灯光点缀。

(2) KTV 包间地面均为阻燃圈绒地毯，便于声波的吸收，以确保音响效果得以发挥。墙面的造型以大芯板为木基层，在其背面做防火一级处理，木造型与墙体的间隙采用隔声棉填充，其面饰为金属墙纸间或艺术软包。其余墙面为砂浆漆，减少了墙面的光滑程度、便于声波形成漫反射。KTV 包间的天花吊顶采用 60 系列不上人轻钢龙骨 9mm 纸面石膏板吊顶，面饰乳胶漆。

(3) 美容美发区走廊地面为仿古地砖，墙面主体为米色乳胶漆饰面，镶嵌胡桃木造型。天花为 60 系列不上人轻钢龙骨 9mm 纸面石膏板吊顶，面饰乳胶漆。

(4) 除注明外所有内门均为黑胡桃木饰面门框及门扇，防火门门扇面饰黑胡桃木。木质品均做硝基半哑光清漆处理，乳胶漆均以一底二面方式施工。所有木基层背面均做一级防火处理。定制的布艺沙发面层材料均应为阻燃型材料。

思考：各个部位如何施工？

知识点

建筑装饰工程是以科学的施工工艺，为保护建筑主体结构，满足人们的视觉要求和使用功能，从而对建筑物和主体结构的内外表面进行的装设和修饰，并对建筑及其室内环境进行艺术加工和处理。建筑装饰工程是建筑施工的重要组成部分，主要包括抹灰、吊顶、饰面、玻璃、涂料、裱糊、刷浆和门窗等工程。

装饰工程的施工顺序对保证施工质量起着控制作用。室外抹灰和饰面工程的施工，一般应自上而下进行；高层建筑采取措施后，可分段进行；室内装饰工程的施工，应待屋面防水工程完工后，并在不致被后续工程所损坏和污染的条件下进行；室内抹灰在屋面防水工程完工前施工时，必须采取防护措施。室内吊顶、隔墙的罩面板和花饰等工程，应待室内地（楼）面湿作业完工后施工。室内装饰工程的施工顺序，应符合以下规定。

(1) 抹灰、饰面、吊顶和隔断工程，应待隔墙、钢木门、窗框、暗装管道、电线管和电器预埋件、预制钢筋混凝土楼板灌缝完工后进行。

(2) 钢木门窗及其玻璃工程，根据地区气候条件和抹灰工程的要求，可在湿作业前进行；铝合金、塑料、涂色镀锌钢板门窗及其玻璃工程，宜在湿作业完工后进行，如需在湿作业前进行，必须加强保护。

(3) 有抹灰基层的饰面板工程、吊顶及轻型花饰安装工程，应待抹灰工程完工后进行。

(4) 涂料、刷浆工程以及吊顶、隔断、罩面板的安装，应在塑料地板、地毯、硬质纤

维等地（楼）面的面层和明装电线施工前，管道设备试压后进行。木地（楼）板面层的最后一遍涂料，应待裱糊工程完工后进行。

（5）裱糊工程应待顶棚、墙面、门窗及建筑设备的涂料和刷浆工程完工后进行。

课题7.1 常用施工机具

7.1.1 木结构施工机具

常用的木结构施工机具有以下几个。

1. 电动圆锯

电动圆锯又称木材切割机，如图7.1所示，主要用于切割木夹板、木方条、装饰板等。施工时，常把电动圆锯反装在工作台面下，并使圆锯片从工作台面的开槽处伸出台面，以便切割木板和木方。

电动圆锯使用时，双手握稳电锯，开动手柄上的电钮，让其空转至正常速度，再进行锯切工作。操作者应戴防护眼镜或把头偏离锯片径向范围，以免木屑乱飞击伤眼睛。

2. 电动曲线锯

电动曲线锯又称为电动线锯、垂直锯、直锯机、线锯机等，如图7.2所示。它由电动机、往复机构、机壳、开关、手柄、锯条等零件组成。电动曲线锯可以在金属、木材、塑料、橡胶、泡沫塑料板等材料上切割直线或曲线，以及锯割复杂形状和曲率半径小的几何图形。电动曲线锯的锯条可分为粗齿、中齿、细齿三种，其中粗齿锯条适用于锯割木材，中齿锯条适用于锯割有色金属板材、层压板，细齿锯条适用于锯割钢板。



图7.1 电动圆锯



图7.2 电动曲线锯

电动曲线锯锯割前应根据加工件的材料种类选取合适的锯条。若在锯割薄板时发现工件有反跳现象，表明锯齿太大，应调换细齿锯条。锯割时向前的推力不能太猛，转角半径不宜小于50mm。若卡住应立刻切断电源，退出锯条，再进行锯割。在锯割时不能将曲线锯任意提起，以防损坏锯条。在使用过程中，若发现不正常声响、火花过大、外壳过热、不运转或运转过慢时，应立即停锯，检查修复后再用。

3. 电刨

电刨又称手提式电刨、木工电刨，如图7.3所示，由电机、刨刀、刨刀调整装置和护板等组成。其主要用于刨削木材或木结构件。开关带有锁定装置并附有台架的电刨，还可以翻转固定于台架上，作小型台刨使用。



图7.3 电刨

电刨使用前，要检查电刨的各部件完整性和绝缘情况，确认没有问题后，方可投入使用。

操作时，双手前后握刨，推刨时，平稳匀速向前移动，刨到工件尽头时应将机身提起，以免损坏刨好的工件表面。

4. 电动木工修边机

电动木工修边机也称倒角机（图7.4），由电机、刀头及可调整角度的保护罩组成，配用各种成形铣刀，用于对各种木质工件的边棱或接口处进行整平、斜面加工或图形切割、开槽等。

使用时应用手正确把握，沿着加工件均匀运动，速度不宜太快，按事先设定的边线进行操作，以免损坏物件，使用后应切断电源，清除灰尘。

5. 打钉枪

打钉枪用于木龙骨上钉木夹板、纤维板、刨花板、石膏板等板材和各种装饰木线条。

打钉枪按驱动方式分，有电动和气动两种。电动打钉枪插入220V电源插座就可直接使用（图7.5）。气动打钉枪需与气泵连接。操作时用钉枪嘴压在需钉接处，再按下开关即可把钉子压入所钉面材内。



图7.4 电动木工修边机



图7.5 电动打钉枪

7.1.2 金属结构施工机具

常用的金属结构施工机具有以下几种。

1. 型材切割机

型材切割机（图 7.6），可分为单速型材切割机和双速型材切割机两种，它主要由电动机、切割动力头、变速机构、可转夹钳、砂轮片等部件组成，主要用于切割金属型材。它根据砂轮磨损原理，利用高速旋转的薄片砂轮进行切割，也可改换合金锯片切割木材、硬质塑料等，多用于金属内外墙板、铝合金门窗安装、吊顶等装饰装修工程施工。

操作时用锯板上的夹具夹紧工件，按下手柄使砂轮片轻轻接触工件，平稳、匀速地进行切割。因切割时有大量火星飞溅，须注意远离木器、油漆等易燃物品。

2. 电动角向磨光机

电动角向磨光机是供磨削用的电动工具，如图 7.7 所示。它由电机、传动机构、磨头和防护罩等组成，主要用于对金属型材进行磨光、除锈、去毛刺等作业，使用范围比较广泛。



图 7.6 型材切割机　　图 7.7 电动角向磨光机

磨光机使用的砂轮必须是增强纤维树脂砂轮，安全线速度不小于 80m/s。使用的电缆和插头具有加强绝缘性能，不能任意用其他导线和插头更换或接长。操作时用双手平握住机身，再按下开关。以砂轮片的侧面轻触工件，并平稳地向前移动，磨到尽头时应提起机身，不可在工件上来回推磨，以免损坏砂轮片。电动角向磨光机转速很快，振动大，应保持磨光机的清洁，经常清除油垢和灰尘。

3. 射钉枪

射钉枪是一种直接完成型材安装固定技术的工具，如图 7.8 所示。它主要由活塞、弹膛组件、击针、击针弹簧及枪体外套等部分组成。在装饰工程施工中，由枪击击发射钉弹，以弹内燃料的能量，将各种射钉直接钉入钢铁、混凝土或砖砌体等材料中去。射钉种类主要有一般射钉、螺纹射钉、带孔射钉三种。

使用射钉枪前要认真检查枪的完好程度，操作者最好经过专门训练。射击的基体必须

稳固坚实，并且有抵抗射击冲力的刚度。扣动扳机后如发现子弹不发火，应再次按在基体上扣动扳机，如仍不发火，应仍保持原射击位置数秒后，再来回拉伸枪管，使下一颗子弹进入枪膛，再扣动扳机。



图 7.8　射钉枪

7.1.3　钻孔机具

常用的钻孔机具有以下几种。

1. 轻型手电钻

轻型手电钻又称手枪钻、手电钻、木工电钻（图 7.9），是用来对木材、塑料件、金属件等材料或工件进行小孔径钻孔的电动工具。操作时，注意钻头应垂直平稳进给，防止跳动和摇晃。要经常清除钻头旋出的碎渣，以免钻头扭断在工件中。



图 7.9　轻型手电钻

2. 冲击电钻

冲击电钻是带冲击的、可调节式旋转的特种电钻。冲击电钻由单相串激电机、传动机构、旋冲调节机构及壳体等部分组成。其主要用于混凝土结构、砖结构、瓷砖地砖的钻孔，以便安装膨胀螺栓或木楔。

使用前，应检查冲击电钻的完好情况，包括机体、绝缘、电线、钻头等有无损坏。根据冲击、旋转要求，把调节开关调好，钻头垂直于工作面冲转。如使用中发现声音和转速不正常时，要立即停机检查；使用后，要及时进行保养。电钻旋转正常后方可作业，钻孔时不能用力过猛。使用双速电钻时，一般钻小孔时用高速，钻大孔时用低速。

3. 电锤

电锤主要由单相串激式电机、传动箱、曲轴、连杆、活塞机构、保险离合器、刀夹机构、手柄等组成，如图 7.10 所示。其主要用于混凝土等结构表面剔、凿和打孔作业。作冲击钻使用时，则用于门窗、吊顶和设备安装中的钻孔，埋置膨胀螺栓。

使用电锤打孔时，首先要保证电源的电压与铭牌上的规定相符，电锤各部件紧固螺钉必须牢固，根据钻孔开凿情况选择合适的钻头，并安装牢靠。操作时工具必须垂直于工作面，不允许工具在孔内左右摆动，以免扭坏工具。电锤多为断续工作制，切勿长期连续使用，以免烧坏电动机。



图7.10 电锤

课题7.2 抹灰施工

7.2.1 抹灰工程施工要求

1. 抹灰工程分类

抹灰工程按照抹灰施工的部位分为室外抹灰和室内抹灰。通常室内各部位的抹灰叫作内抹灰，如内墙、楼地面、天棚抹灰等；室外各部位的抹灰叫作外抹灰，如外墙面、雨篷和檐口抹灰等。按使用材料和装饰效果不同分为一般抹灰和装饰抹灰两大类。一般抹灰有水泥石灰砂浆、水泥砂浆、聚合物水泥砂浆、麻刀灰、纸筋灰、石膏灰等；装饰抹灰有水刷石、水磨石、斩假石（剁斧石）、干粘石、拉毛灰、洒毛灰、喷砂、喷涂、滚涂、弹涂等。

一般抹灰按使用要求、质量标准不同分为普通抹灰和高级抹灰两种。

(1) 普通抹灰的质量要求分层涂抹、赶平、表面应光滑、洁净、接槎平整，分格缝应清晰，适用于一般居住、公共和工业建筑，以及高级建筑物中的附属用房等。

(2) 高级抹灰要求分层涂抹、赶平、表面应光滑、洁净、颜色均匀、无抹纹、接槎平整，分格缝和灰线应清晰美观，阴阳角方正。高级抹灰适用于大型公共建筑、纪念性建筑物，以及有特殊要求的高级建筑等。

2. 抹灰层的组成

为了使抹灰层与基层黏结牢固，防止起鼓开裂，并使抹灰层的表面平整，保证工程质量，抹灰层应分层涂抹。

抹灰层一般由底层、中层和面层组成。底层主要起与基层（基体）黏结的作用，中层主要起找平作用，面层主要起装饰美化作用。各层厚度和使用砂浆品种应视基层材料、部位、质量标准及各地气候情况决定。抹灰层的一般做法见表7-1。

表 7-1　抹灰层的一般做法

层次	作　用	基层材料	一般做法
底层	主要起与基层黏结的作用，兼起初步找平作用。砂浆稠度为10～20cm	砖墙	(1) 室内墙面一般采用石灰砂浆或水泥混合砂浆打底 (2) 室外墙面、门窗洞口外侧壁、屋檐、勒脚、压檐墙以及湿度较大的房间和车间宜采用水泥砂浆或水泥混合砂浆
		混凝土	(1) 宜先刷素水泥浆一道，采用水泥砂浆或混合砂浆打底 (2) 高级装修顶板宜用乳胶水泥砂浆打底
		加气混凝土	宜用水泥混合砂浆、聚合物水泥砂浆或掺增稠粉的水泥砂浆打底。打底前先刷一遍胶水溶液
		硅酸盐砌块	宜用水泥混合砂浆或掺增稠粉的水泥砂浆打底
		木板条、苇箔、金属网基层	宜用麻刀灰、纸筋灰或玻璃丝灰打底，并将灰浆挤入基层缝隙内，以加强拉结
		平整光滑的混凝土基层，如顶棚、墙体	可不抹灰，采用刮粉刷石膏或刮腻子处理
中层	主要起找平作用。砂浆稠度7～8cm		(1) 基本与底层相同。砖墙则采用麻刀灰、纸筋灰或粉刷石膏 (2) 根据施工质量要求可以一次抹成，也可以分遍进行
面层	主要起装饰作用。砂浆稠度10cm		(1) 要求平整、无裂纹，颜色均匀 (2) 室内一般采用麻刀灰、纸筋灰、玻璃丝灰或粉刷石膏；高级墙面用石膏灰。保温、隔热墙面按设计要求 (3) 室外常用水泥砂浆、水刷石、干粘石等

3. 抹灰层的平均总厚度

抹灰层的平均总厚度，应不大于下列数值。

(1) 顶棚。板条、现浇混凝土和空心砖抹灰为15mm；预制混凝土抹灰为18mm；金属网抹灰为20mm。

(2) 内墙。普通抹灰两遍做法（一层底层，一层面层）为18mm；普通抹灰三遍做法（一层底层，一层中层和一层面层）为20mm；高级抹灰为25mm；

(3) 外墙抹灰为20mm；勒脚及凸出墙面部分抹灰为25mm。

(4) 石墙抹灰为35mm。

控制抹灰层平均总厚度的目的，主要是为了防止抹灰层脱落。

抹灰工程一般应分遍进行，以便黏结牢固，并能起到找平和保证质量的作用。如果一

层抹得太厚，由于内外收水快慢不同，容易产生开裂，甚至起鼓脱落。每遍抹灰厚度一般控制如下。

(1) 抹水泥砂浆每遍厚度为5～7mm。

(2) 抹石灰砂浆或混合砂浆每遍厚度为7～9mm。

(3) 抹灰面层用麻刀灰、纸筋灰、石膏灰、粉刷石膏等罩面时，经赶平、压实后，其厚度麻刀灰不大于3mm；纸筋灰、石膏灰不大于2mm，粉刷石膏不受限制。

(4) 混凝土内墙面和楼板平整光滑的底面，可采用腻子分遍刮平，总厚度为2～3mm。

(5) 板条、金属网用麻刀灰、纸筋灰抹灰的每遍厚度为3～6mm。

水泥砂浆和水泥混合砂浆的抹灰层，应待前一层抹灰层凝结后，方可涂抹后一层；石灰砂浆抹灰层，应待前一层七八成干后，方可涂抹后一层。

4. 一般抹灰的材料

一般抹灰的材料如下。

(1) 水泥。抹灰常用的水泥为不小于32.5级的普通硅酸盐水泥和矿渣硅酸盐水泥。水泥的品种、强度等级应符合设计要求。出厂日期超过3个月的水泥，应经试验后方能使用，受潮后结块的水泥应过筛试验后使用。水泥体积的安定性必须合格。

(2) 石灰膏和磨细生石灰粉。块状生石灰须经熟化成石灰膏才能使用，在常温下，熟化时间不应少于15d；用于罩面的石灰膏，在常温下，熟化的时间不得少于30d。

将块状生石灰碾碎磨细后的成品，即为磨细生石灰粉。罩面用的磨细生石灰粉的熟化时间不得少于3d。使用磨细生石灰粉粉饰，不仅具有节约石灰、适合冬季施工的优点，而且粉饰后不易出现膨胀、鼓皮等现象。

(3) 石膏。抹灰用石膏，一般用于高级抹灰或抹灰龟裂的补平，多采用乙级建筑石膏，使用时磨成细粉无杂质，细度要求通过0.15mm筛孔，筛余量不大于10%。

(4) 粉煤灰。粉煤灰作为抹灰掺合料，可以节约水泥，提高和易性。

(5) 粉刷石膏。粉刷石膏是以建筑石膏粉为基料，加入多种添加剂和填充料等配制而成的一种白色粉料，其是一种新型的装饰材料。常见的粉刷石膏有面层粉刷石膏、基层粉刷石膏、保温粉刷石膏等。

(6) 砂。抹灰用砂最好是中砂，或粗砂与中砂混合掺用，可以用细砂，但不宜于特细砂。抹灰用砂要求颗粒坚硬、洁净，使用前需要过筛（筛孔不大于5mm），不得含有黏土（不超过2%）、草根、树叶、碱质及其他有机物等有害杂质。



【知识链接】

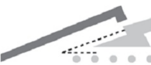
(7) 麻刀、纸筋、稻草、玻璃纤维。麻刀、纸筋、稻草、玻璃纤维在抹灰层中起拉结和骨架作用，可提高抹灰层的抗拉强度，增加抹灰层的弹性和耐久性，使抹灰层不易裂缝脱落。

除了一般抹灰和装饰抹灰以外，还有采用特种砂浆进行的具有特殊要求的抹灰。例如，钡砂（重晶石）砂浆抹灰，对X射线和γ射线有阻隔作用，常用作X射线探伤室、X射线治疗室、同位素实验室等墙面抹灰。还有应用膨胀珍珠岩、膨胀蛭石作为骨料的保温隔热砂浆抹灰，不但具有保温隔热吸声性能，还具有无毒、无臭、不燃烧、质量密度轻的特点。

7.2.2 一般抹灰施工工艺

1. 抹灰基体的表面处理

为保证抹灰层与基体之间能黏结牢固，不致出现裂缝、空鼓和脱落等现象，在抹灰前




【参考视频】

基体表面上的灰土、污垢、油渍等应清除干净，基体表面凹凸明显的部位应在施工前先剔平或用水泥砂浆补平。基体表面应具有一定的粗糙度。砖石基体面灰缝应砌成凹缝式，使砂浆能嵌入灰缝内与砖石基体黏结牢固。混凝土基体表面较光滑，应在表面先刷一道水泥浆或喷一道水泥砂浆疙瘩，如刷一道聚合物水泥浆效果会更好。加气混凝土表面抹灰前应清扫干净，并需刷一道聚合物胶水溶液，然后才可抹灰。板条墙或板条顶棚，各板条之间应预留 8～10mm 缝隙，以便底层砂浆能压入板缝内结合牢固。当抹灰总厚度≥35mm 时应采取加强措施。不同材料基体交接处表面的抹灰，应采取防开裂的加强措施，当采用加强网时，加强网与各基体的搭接宽度不应小于 100mm，如图 7.11 所示。对于容易开裂的部位，也应先设加强网以防止开裂。门窗框与墙连接处的缝隙，应用水泥砂浆嵌塞密实，以防因振动而引起抹灰层剥落、开裂。

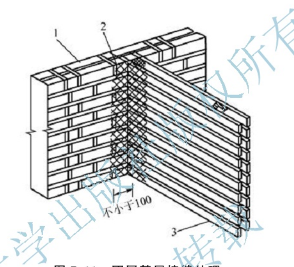


图 7.11　不同基层接缝处理

1—砖墙；2—钢丝网；3—板条墙

2. 设置标筋

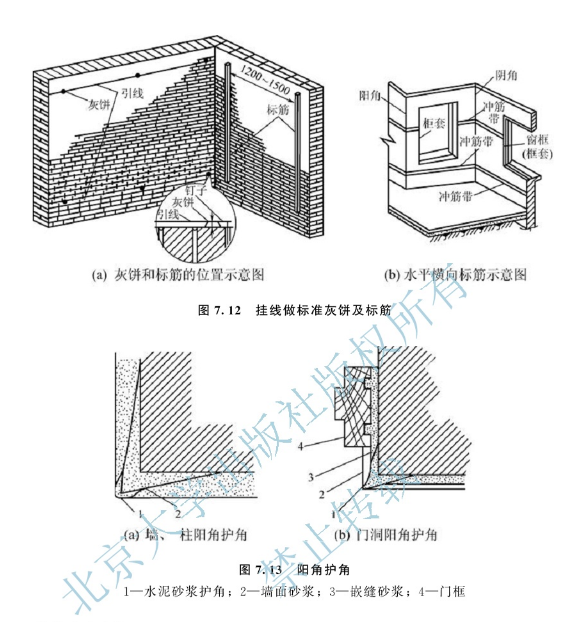
为了有效地控制墙面抹灰层的厚度与垂直度，使抹灰面平整，抹灰层涂抹前应设置标筋（又称冲筋），作为底层及中层抹灰的依据。

设置标筋时，先用托线板检查墙面的平整垂直程度，据以确定抹灰厚度（最薄处不宜小于 7mm），再在墙两边上角离阴角边 100～200mm 处按抹灰厚度用砂浆做一个四方形（边长约 50mm）标准块，称为灰饼，然后根据灰饼，用托线板或线锤吊挂垂直，做墙面下角的两个灰饼（高低位置一般在踢脚线上口），随后以上角和下角左右两灰饼面为准拉线，每隔 1.2～1.5m 上下加做若干灰饼，如图 7.12 所示。待灰饼稍干后在上下灰饼之间用砂浆抹上一条宽 100mm 左右的垂直灰埂，此即为标筋，作为抹底层及中层的厚度控制和赶平的标准。

顶棚抹灰一般不做灰饼和标筋，而是在靠近顶棚四周的墙面上弹一条水平线以控制抹灰层厚度，并作为抹灰找平的依据。

3. 做护角

室内外墙面、柱面和门窗洞口的阳角容易受到碰撞而损坏，故该处应采用 1∶2 水泥砂浆做暗护角，其高度不应低于 2m，每侧宽度不应小于 50mm，待砂浆收水稍干后，用捋角器抹成小圆角，如图 7.13 所示。要求抹灰阳角线条清晰、挺直、方正。



(a) 灰饼和标筋的位置示意图 (b) 水平横向标筋示意图

图 7.12 挂线做标准灰饼及标筋

(a) 墙、柱阳角护角 (b) 门洞阳角护角

图 7.13 阳角护角

1—水泥砂浆护角；2—墙面砂浆；3—嵌缝砂浆；4—门框

4. 抹灰层的涂抹

当标筋稍干后，即可进行抹灰层的涂抹。涂抹应分层进行，以免一次涂抹厚度较厚，砂浆内外收缩不一致而导致开裂。一般涂抹水泥砂浆时，每遍厚度以 5～7mm 为宜；涂抹石灰砂浆和水泥混合砂浆时，每遍厚度以 7～8mm 为宜。

分层涂抹时，应防止涂抹后一层砂浆时破坏已抹砂浆的内部结构而影响与前一层的黏结，应避免几层湿砂浆合在一起造成收缩率过大，导致抹灰层开裂、空鼓。因此，水泥砂浆和水泥混合砂浆应待前一层凝结后，再涂抹后一层；石灰砂浆应待前一层发白（约七八成干）后，再涂抹后一层。抹灰用的砂浆应具有良好的工作性（和易性），以便于操作。砂浆稠度一般宜控制为底层抹灰砂浆 100～120mm；中层抹灰砂浆 70～80mm。底层砂浆与中层砂浆的配合比应基本相同。中层砂浆强度不能高于底层，底层砂浆强度不能高于基体，以免砂浆在凝结过程中产生较大的收缩应力，破坏强度较低的抹灰底层或基体，导致抹灰层产生裂缝、空鼓或脱落。另外，底层砂浆强度与基体强度相差过大时，由于收缩变形性能相差悬殊也易产生开裂和脱离，故混凝土基体上不能直接抹石灰砂浆。

为使底层砂浆与基体黏结牢固，抹灰前基体一定要浇水湿润，以防止基体过干而吸去砂浆中的水分，使抹灰层产生空鼓或脱落。砖基体一般宜浇水两遍，使砖面渗水深度达

8～10mm。混凝土基体宜在抹灰前1d即浇水，使水渗入混凝土表面2～3mm。如果各层抹灰相隔时间较长，已抹灰砂浆层较干时，也应浇水湿润，才可抹下一层砂浆。

抹灰层除用手工涂抹外，还可利用机械喷涂。机械喷涂抹灰可将砂浆的拌制、运输和喷涂过程有机地衔接起来。

5. 罩面压光

室内常用的面层材料如麻刀石灰、纸筋石灰、石膏灰等应分层涂抹，每遍厚度为1～2mm，经赶平压实后，面层总厚度对于麻刀石灰不得大于3mm；对于纸筋石灰、石膏灰不得大于2mm。罩面时应待底子灰五六成干后进行，如底子灰过干应先浇水湿润，分纵横两遍涂抹，最后用钢抹子压光，不得留抹纹。

室外抹灰常用水泥砂浆罩面。由于面积较大，为了不显接槎，防止抹灰层收缩开裂，一般应设有分格缝，留槎位置应留在分格缝处。由于大面积抹灰罩面抹纹不易压光，在阳光照射下极易显露而影响墙面美观，故水泥砂浆罩面宜用木抹子抹成毛面。为防止色泽不匀，应用同一品种与规格的原材料，由专人配料，采用统一的配合比，底层浇水要均匀，干燥程度基本一致。

7.2.3 装饰抹灰施工工艺

装饰抹灰是采用装饰性强的材料，或用不同的处理方法及加入各种颜料，使建筑物具备某种特定的色调和光泽。随着建筑工业生产的发展和人民生活水平的提高，这方面取得了很大发展，也出现了很多新的工艺。

装饰抹灰的底层和中层的做法与一般抹灰要求相同，面层根据材料及施工方法的不同而具有不同的形式。下面介绍几种常用的饰面。

1. 水刷石

水刷石多用于室外墙面的装饰抹灰。对于高层建筑大面积水刷石，为加强底层与混凝土基体的黏结，防止空鼓、开裂，墙面要加钢筋做拉结网。施工时先用12mm厚的1∶3水泥砂浆打底找平，待底层砂浆终凝后，在其上按设计的分格弹线安装分格木条，用水泥浆在两侧黏结固定，以防大片面层收缩开裂。然后将底层浇水润湿后刮水泥浆（水灰比0.37～0.40）一道，以增加面层与底层的黏结。随即抹上稠度为5～7cm、厚8～12mm的水泥石子浆［水泥∶石子＝1∶(1.25～1.50)］面层，拍平压实，使石子密实且分布均匀。当水泥石子浆开始凝固时（大致是以手指按上去无指痕，用刷子刷石子，石子不掉下为准），用刷子从上而下蘸水刷掉石子间表层水泥浆，使石子露出灰浆面1～2mm为度。刷洗时间要严格掌握，刷洗过早或过度，则石子颗粒露出灰浆面过多，容易脱落；刷洗过晚，则灰浆洗不净，石子不显露，饰面浑浊不清晰，影响美观。水刷石的外观质量标准是石粒清晰、分布均匀、紧密平整、色泽一致、不得有掉粒和接槎痕迹。

2. 干粘石

干粘石主要是用于外墙面的装饰抹灰，施工时是在已经硬化的底层水泥砂浆层上按设计要求弹线分格，根据弹线镶嵌分格木条。将底层浇水润湿后，抹上一层6mm厚1∶(2～2.5)的水泥砂浆层，随即紧跟着再抹一层2mm厚的1∶0.5水泥石灰膏浆黏结层，同时将配有粒径为4～6mm的石子甩粘拍平压实。拍时不得把砂浆拍出来，以免影响美观，要使石子嵌入深度不小于石子粒径的1/2，待有一定强度后洒水养护。

上述方法为手工甩石子，也可用喷枪将石子均匀有力地喷射于黏结层上，用铁抹子轻轻压一遍，使表面搓平。干粘石的质量要求是石粒黏结牢固、分布均匀、不掉石粒、不露浆、不漏粘、颜色一致。

3. 斩假石（剁斧石）

斩假石又称剁斧石，是仿制天然石料的一种饰面，用不同的骨料或掺入不同的颜料，可以仿制成仿花岗石、玄武石、青条石等。施工时先用 1∶（2～2.5）水泥砂浆打底，待 24h 后浇水养护，硬化后在表面洒水湿润，刮素水泥浆一道，随即用 1∶1.25 水泥石子浆（内掺 30%石屑）罩面，厚为 10mm；抹完后要注意防止日晒或冰冻，并养护 2～3d（强度达 60%～70%）即可试剁，如石子颗粒不发生脱落便可正式斩假加工；加工时用剁斧将面层斩毛，剁的方向要一致，剁纹深浅要均匀，一般两遍成活，分格缝周边、墙角、柱子的棱角周边留 15～20mm 不剁，即可做出似用石料砌成的装饰面。

4. 拉毛灰和洒毛灰

拉毛灰是将底层用水湿透，抹上 1∶(0.05～0.3)∶(0.5～1) 水泥石灰罩面砂浆，随即用硬棕刷或铁抹子进行拉毛。棕刷拉毛时，用刷蘸砂浆在墙上连续垂直拍拉，拉出毛头。铁抹子拉毛时，则不蘸砂浆，只用抹子黏结在墙面随即抽回，要做到拉的快慢一致、均匀整齐、色泽一致、不露底，在一个平面上要一次成活，避免中断留槎。

洒毛灰（又称撒云片）是用茅草小帚蘸 1∶1 水泥砂浆或 1∶1∶4 水泥石灰砂浆，由上往下洒在湿润的底层上，洒出的云朵须错乱多变、大小相称、空隙均匀，形成大小不一而有规律的毛面。也可在未干的底层上刷上颜色，再不均匀地洒上罩面灰，并用抹子轻轻压平，使其部分地露出带色的底子灰，使洒出的云朵具有浮动感。

5. 喷涂饰面

喷涂饰面工艺是用挤压式灰浆泵或喷斗将聚合物水泥砂浆经喷枪均匀喷涂在墙面底层上。这种砂浆由于掺入聚合物乳液因而具有良好的和易性及抗冻性，能提高装饰面层的表面强度与黏结强度。根据涂料的稠度和喷射压力的大小，以质感区分，可喷成砂浆饱满、呈波纹状的波面喷涂和表面布满点状颗粒的粒状喷涂。该饰面底层为厚 10～13mm 的 1∶3 水泥砂浆，喷涂前须喷或刷一道胶水溶液（108 胶∶水＝1∶3)，使基层吸水率趋近于一致，并确保与喷涂层黏结牢固。喷涂层厚 3～4mm，粒状喷涂应连续 3 遍完成；波面喷涂必须连续操作，喷至全部泛出水泥浆但又不至流淌为好。在大面喷涂后，按分格位置用铁皮刮子沿靠尺刮出分格缝。喷涂层凝固后再喷罩一层有机硅疏水剂，要求表面平整，颜色一致，花纹均匀，不显接槎。

6. 滚涂饰面

滚涂饰面是将带颜色的聚合物砂浆均匀涂抹在底层上，随即用平面或带有拉毛、刻有花纹的橡胶、泡沫塑料滚子，滚出所需的图案和花纹。其分层施工步骤：①10～13mm 厚水泥砂浆打底，木抹子搓平；②粘贴分格条（施工前在分格处先刮一层聚合物水泥浆，滚涂前将涂有聚合物胶水溶液的电工胶布贴上，等饰面砂浆收水后揭下胶布)；③3mm 厚色浆罩面，随抹随用辊子滚出各种花纹；④待面层干燥后，喷涂有机硅水溶液。

滚涂砂浆的配合比为水泥∶骨料（砂子、石屑或珍珠岩)＝1∶(0.5～1)，再掺入占水泥量 20%的 108 胶和 0.3%的木钙减水剂。手工操作滚涂分干滚、湿滚两种。干滚时滚子不蘸水、滚出的花纹较大，工效较高；湿滚时滚子反复蘸水，滚出的花纹较小。

滚涂工效比喷涂低，但便于小面积局部应用。滚涂应一次成活，多次滚涂易产生翻砂现象。

7. 弹涂饰面

弹涂饰面是用电动弹力器分几遍将不同色彩的聚合物水泥色浆弹到墙面上，形成1～3mm的圆状色点。由于色浆一般由2～3种颜色组成，不同色点在墙面上相互交错、相互衬托，犹如水刷石、干粘石，也可做成单色光面、细麻面、小拉毛拍平等多种形式。这种工艺可在墙面上做底灰，再做弹涂饰面，也可直接弹涂在基层平整的混凝土板、加气板、石膏板、水泥石棉板等板材上。弹涂器有手动和电动两种，后者工效高，适合大面积施工。

弹涂的做法是在1∶3水泥砂浆打底的底层砂浆面上，洒水润湿，待干至六七成时进行弹涂。先喷刷底色浆一道，弹分格线，贴分格条，弹头道色点，待稍干后即弹两道色点，最后进行个别修弹，再进行喷射树脂罩面层。

课题 7.3 饰面板与饰面砖施工

饰面工程是在墙柱表面镶贴或安装具有保护和装饰功能的块料而形成的饰面层。块料的种类可分为饰面板和饰面砖两大类。饰面板有石材饰面板（包括天然石材和人造石材）、金属饰面板、塑料饰面板、镜面玻璃饰面板等；饰面砖有釉面瓷砖、外墙面砖、陶瓷锦砖和玻璃马赛克等。

7.3.1 饰面板施工

1. 大理石、磨光花岗石、预制水磨石饰面施工

1）薄型小规格块材

薄型小规格块材一般厚度在10mm以下，边长小于400mm，可采用粘贴方法。

薄型小规格块材工艺流程为：基层处理→吊垂直、套方、找规矩、贴灰饼→抹底层砂浆→弹线分格→排块材→浸块材→镶贴块材→表面勾缝与擦缝。

(1) 进行基层处理和吊垂直、套方、找规矩，可参见镶贴面砖施工要点有关部分。需要注意同一墙面不得有一排以上的非整砖，并应将其镶贴在较隐蔽的部位。

(2) 在基层湿润的情况下，先刷108胶素水泥浆一道（内掺水重10%的108胶），随刷随打底；底灰采用1∶3水泥砂浆，厚度约12mm，分两遍操作，第一遍约5mm，第二遍约7mm，待底灰压实刮平后，将底子灰表面划毛。

(3) 待底子灰凝固后便可进行分块弹线，随即将已湿润的块材抹上厚度为2～3mm的素水泥浆，内掺水重20%的108胶进行镶贴（也可以用胶粉），用木槌轻敲，用靠尺找平找直。

2）大规格块材

大规格块材一般边长大于400mm，镶贴高度超过1m，可采用安装方法。

大规格块材工艺流程为：施工准备（钻孔、剔槽）→穿铜丝或镀锌丝与块材固定→绑扎、固定钢筋网→吊垂直、找规矩弹线→安装大理石、磨光花岗石或预制水磨石→分层灌浆→擦缝。

(1) 钻孔、剔槽。安装前先将饰面板按照设计要求用台钻打眼，事先应钉木架使钻头直对板材上端面，在每块板的上、下两个面打眼，孔位打在距板宽的两端 1/4 处，每个面各打两个眼，孔径为 5mm，深度为 12mm，孔位距石板背面以 8mm 为宜（指钻孔中心）。如大理石、磨光花岗石或预制水磨石，板材宽度较大时，可以增加孔数。钻孔后用金刚錾子把石板背面的孔壁轻轻剔一道槽，深 5mm 左右，连同孔洞形成象鼻眼，以备埋卧铜丝之用，如图 7.14 所示。

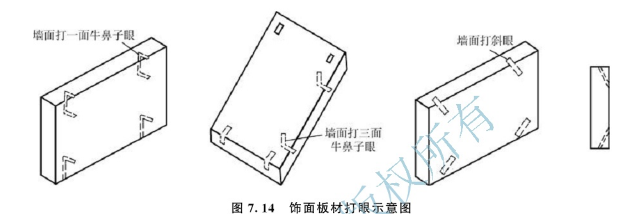


图 7.14 饰面板材打眼示意图

若饰面板规格较大，特别是预制水磨石和磨光花岗石板，如下端不好拴绑镀锌铁丝或铜丝时，也可在未镶贴饰面板的一侧，采用手提轻便小薄砂轮（4～5mm），按规定在板高的 1/4 处上、下各开一槽（槽长 3～4mm，槽深约 12mm 与饰面板背面打通，竖槽一般居中，也可偏外，但以不损坏外饰面和不反碱为宜），可将镀锌铁丝或铜丝卧入槽内，便可拴绑与钢筋网固定。

(2) 穿钢丝或镀锌铁丝。把备好的铜丝或镀锌铁丝剪成长 20cm 左右，一端用木楔粘环氧树脂将铜丝或镀锌铁丝进孔内固定牢固，另一端将铜丝或镀锌铁丝顺孔槽弯曲并卧入槽内，使大理石、磨光花岗石或预制水磨石板上、下端面没有铜丝或镀锌铁丝突出，以便和相邻石板接缝严密。

(3) 绑扎钢筋网。首先剔出墙上的预埋筋，把墙面镶贴大理石、磨光花岗石或预制水磨石的部位清扫干净。先绑扎一道竖向 ϕ6mm 钢筋，并把绑好的竖筋用预埋筋弯压于墙面。横向钢筋为绑扎大理石、磨光花岗石或预制水磨石板材所用，如板材高度为 60cm 时，第一道横筋在地面以上 10cm 处与主筋绑牢，用作绑扎第一层板材的下口固定铜丝或镀锌铁丝。第二道横筋绑在 50cm 水平线上 7～8cm，比石板上口低 2～3cm 处，用于绑扎第一层石板上口固定铜丝或镀锌铁丝，再往上每 60cm 绑一道横筋即可。

(4) 弹线。首先将大理石、磨光花岗石或预制水磨石的墙面、柱面和门窗套用大线坠从上至下找出垂直（高层应用经纬仪找垂直）。应考虑大理石、磨光花岗石或预制水磨石板材厚度、灌注砂浆的空隙和钢筋网所占尺寸，一般大理石、磨光花岗石或预制水磨石外皮距结构面的厚度应以 5～7cm 为宜。找出垂直后，在地面上顺墙弹出大理石、磨光花岗石或预制水磨石板等外轮廓尺寸线（柱面和门窗套等同）。此线即为第一层大理石、磨光花岗石或预制水磨石等的安装基准线。编好号的大理石、磨光花岗石或预制水磨石板等在弹好的基准线上画出就位线，每块留 1mm 缝隙（如设计要求拉开缝，则按设计规定留出缝隙）。

(5) 安装大理石、磨光花岗石或预制水磨石。按部位取石板并舒直铜丝或镀锌铁丝，

将石板就位，石板上口外仰，右手伸入石板背面，把石板下口铜丝或镀锌铁丝绑扎在横筋上。绑扎时不要太紧，可留余量，只要把铜丝或镀锌铁丝和横筋拴牢即可（灌浆后即可锚固），把石板竖起，便可绑大理石、磨光花岗石或预制水磨石板上口铜丝或镀锌铁丝，并用木楔垫稳，块材与基层间的缝隙（灌浆厚度）一般为30～50mm。用靠尺板检查调整木楔，再拴紧铜丝或镀锌铁丝，依次向另一方进行。柱面可按顺时针方向安装，一般先从正面开始。第一层安装完毕再用靠尺板找垂直，水平尺找平整，方尺找阴阳角方正，在安装石板时如出现石板规格不准确或石板之间的空隙不符，应用铅皮垫牢，使石板之间缝隙均匀一致，并保持第一层石板上口的平直。找完垂直、平整、方正后，把调成粥状的石膏贴在大理石、磨光花岗石或预制水磨石板上下之间，使这二层石板结成一整体，木楔处也可粘贴石膏，再用靠尺板检查有无变形，等石膏硬化后方可灌浆（如设计有嵌缝塑料软管者，应在灌浆前塞放好）。

（6）灌浆。把配合比为1∶2.5水泥砂浆放入半截大桶加水调成粥状（稠度一般为8～12cm），用铁簸箕舀浆徐徐倒入，注意不要碰大理石、磨光花岗石或预制水磨石板，边灌边用橡皮锤轻轻敲击石板面，使灌入砂浆排气。第一层浇灌高度为15cm，不能超过石板高度的1/3；第一层灌浆很重要，因要锚固石板的下口铜丝又要固定石板，所以要轻轻操作，防止碰撞和猛灌。如发生石板外移错动，应立即拆除重新安装。

第一次灌入15cm后停1～2h，等砂浆初凝，此时应检查是否有移动，再进行第二层灌浆，灌浆高度一般为20～30cm，待初凝后再继续灌浆。第三层灌浆至低于板上口5～10cm处为止。

【参考视频】

（7）擦缝。全部石板安装完毕后，清除所有石膏和余浆痕迹，用布擦洗干净，并按石板颜色调制色浆嵌缝，边嵌边擦干净，使缝隙密实、均匀、干净、颜色一致。

（8）柱子贴面。安装柱面大理石或预制水磨石、磨光花岗石，其弹线、钻孔、绑钢筋和安装等工序与镶贴墙面方法相同，要注意灌浆前用木方钉成槽形木卡子，双面卡住大理石板或预制水磨石板，以防止灌浆时大理石、磨光花岗石或预制水磨石板外胀。

夏季安装室外大理石、磨光花岗石或预制水磨石时，应有防止暴晒的可靠措施。

2. 大理石、花岗石干挂施工

干挂法的操作工艺包括选材、钻孔、基层处理、弹线、板材铺贴和固定五道工序。除钻孔和板材固定工序外，其余做法均同大理石、磨光花岗石、预制水磨石饰面施工。

1）钻孔

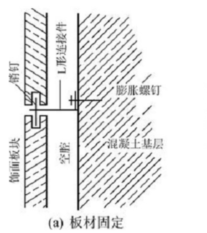
由于相邻板材是用不锈销钉连接的，因此钻孔位置一定要准确，以便使板材之间的连接水平一致、上下平齐。钻孔前应在板材侧面按要求定位后，用电钻钻成直径为5mm，孔深为12～15mm的圆孔，然后将直径为5mm的销钉插入孔内。

2）板材的固定

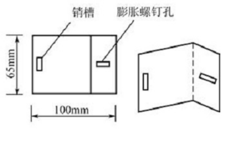
用膨胀螺钉将固定和支撑板块的连接件固定在墙面上，如图7.15所示。连接件是根据墙面与板块销孔的距离，用不锈钢加工成L形。为便于安装板块时调节销孔和膨胀螺钉的位置，在L形连接件上留槽形孔眼，待板块调整到正确位置时，随即拧紧膨胀螺钉螺帽进行固结，并用环氧树脂胶将销钉固定。

3. 金属饰面板施工

金属饰面板一般采用铝合金板、彩色压型钢板和不锈钢钢板制成，用于内外墙面、屋



(a) 板材固定



(b) L形连接件

图 7.15 用膨胀螺栓固定板材

面、顶棚等的装饰。其也可与玻璃幕墙或大玻璃窗配套应用，以及在建筑物四周的转角部位、玻璃幕墙的伸缩缝、水平部位的压顶等配套应用。

1）吊直、套方、找规矩、弹线

首先根据设计图样的要求和几何尺寸，对镶贴金属饰面板的墙面进行吊直、套方、找规矩，并依次实测和弹线，确定饰面墙板的尺寸和数量。

2）固定骨架的连接件

骨架的横竖杆件是通过连接件与结构固定的，而连接件与结构之间，可以与结构的预埋件焊牢，也可以在墙上打膨胀螺栓。因后一种方法比较灵活，尺寸误差较小，容易保证位置的准确性，因而实际施工中采用得比较多。在墙上打螺栓时须在螺栓位置画线，按线开孔。

3）固定骨架

骨架应预先进行防腐处理。安装骨架位置要准确，结合要牢固。安装后应全面检查中心线、表面标高等。对高层建筑外墙，为了保证饰面板的安装精度，宜用经纬仪对横竖杆件进行贯通。变形缝、沉降缝等应妥善处理。

4）金属饰面安装

墙板的安装顺序是从每面墙的竖向第一排下部第一块板开始，自下而上安装。安装完该面墙的第一排再安装第二排。每安装铺设 10 排墙板后，应吊线检查一次，以便及时消除误差。为了保证墙面外观质量，螺栓位置必须准确，并采用单面施工的钩形螺栓固定，使螺栓的位置横平竖直。固定金属饰面板的方法，常用的主要有两种：一种是将板条或方板用螺钉拧到型钢或木架上，这种方法耐久性较好，多用于外墙；另一种是将板条卡在特制的龙骨上，此法多用于室内。

板与板之间的缝隙一般为 10～20mm，多用橡胶条或密封垫弹性材料处理。当饰面板安装完毕，要注意在易于被污染的部位用塑料薄膜覆盖保护，易被划、碰的部位应设安全栏杆保护。

5）收口构造

水平部位的压顶、端部的收口、伸缩缝的处理、两种不同材料的交接处理等，不仅关系到装饰效果，而且对使用功能也有较大的影响。因此，一般多用特制的两种材质性能相似的成型金属板进行妥善处理。

窗台、女儿墙的上部，均属于水平部位的压顶处理，即用铝合金板盖住，使之能阻挡风雨浸透。水平桥的固定，一般先在基层焊上钢骨架，然后用螺栓将盖板固定在骨架上。盖板之间的连接采取搭接的方法（高处压低处，搭接宽度符合设计要求，并用胶密封）。

墙面边缘部位的收口处理，用颜色相似的铝合金成型板将墙板端部及龙骨部位封住。

墙面下端的收口处，用一条特制的披水板将板的下端封住，同时将板与墙之间的缝隙盖住，防止雨水渗入室内。


【知识链接】

伸缩缝、沉降缝的处理，首先要适应建筑物伸缩、沉降的需要，同时也应考虑装饰效果。此外，此部位也是防水的薄弱环节，其构造节点应周密考虑。一般可用氯丁橡胶带起连接、密封作用。

墙板的外内包角及钢窗周围的泛水板等须在现场加工的异形件，应参考图样，对安装好的墙面进行实测套足尺，确定其形状尺寸，使其加工准确、便于安装。

7.3.2 饰面砖施工

外墙面砖施工工艺流程为：基层处理→吊垂直、套方、找规矩→贴灰饼→抹底层砂浆→弹线分格→排砖→浸砖→镶贴面砖→面砖勾缝与擦缝。


【参考视频】

1. 基层为混凝土墙面时的施工工艺

1）基层处理

首先将凸出墙面的混凝土剔平，对大钢模施工的混凝土墙面应凿毛，并用钢丝刷满刷一遍，再浇水湿润。如果基层混凝土表面很光滑，也可采取如下的“毛化处理”办法，即先将表面尘土、污垢清扫干净，用10%火碱水将板面的油污刷掉，随之用净水将碱液冲净、晾干，然后用1∶1水泥细砂浆内掺水重20%的108胶，喷或用笤帚将砂浆甩到墙上，其甩点要均匀，终凝后浇水养护，直至水泥砂浆疙瘩全部粘到混凝土光面上，并有较高的强度（用手掰不动）为止。

2）吊垂直、套方、找规矩、贴灰饼

若建筑物为高层时，应在四大角和门窗口边用经纬仪打垂直线找直；如果建筑物为多层时，可从顶层开始用特制的大线坠绷铁丝吊垂直，然后根据面砖的规格尺寸分层设点、做灰饼。横线以楼层为水平基准线交圈控制，竖线则以四周大角和通天柱或垛子为基准线控制，应全部为整砖。每层打底时则以此灰饼作为基准点进行冲筋，使其底层灰做到横平竖直。同时要注意找好凸出檐口、腰线、窗台、雨篷等饰面的流水坡度和滴水线（槽）。

3）抹底层砂浆

先刷一道掺水重10%的108胶水泥素浆，紧跟着分层分遍抹底层砂浆（常温时采用配合比为1∶3的水泥砂浆），第一遍厚度约为5mm，抹后用木抹子搓平，隔天浇水养护；待第一遍六七成干时，即可抹第二遍，厚度8～12mm，随即用木杠刮平、木抹子搓毛，隔天浇水养护，若需要抹第三遍时，其操作方法同第二遍，直至把底层砂浆抹平为止。

4）弹线分格

待基层灰六七成干时，即可按图样要求分段分格弹线，同时也可进行面层贴标准点的工作，以控制面层出墙尺寸及垂直、平整。

5）排砖

根据大样图及墙面尺寸进行横竖向排砖，以保证面砖缝隙均匀，符合设计图样要求，

注意大墙面、通天柱子和垛子要排整砖，以及在同一墙面上的横竖排列，均不得有一行以上的非整砖。非整砖行应排在次要部位，如窗间墙或阴角处等。但也要注意一致和对称。如遇有突出的卡件，应用整砖套割吻合，不得用非整砖随意拼凑镶贴。

6）浸砖

外墙面砖镶贴前，首先要将面砖清扫干净，放入净水中浸泡2h以上，取出待表面晾干或擦干净后方可使用。

7）镶贴面砖

镶贴应自上而下进行。高层建筑采取措施后，可分段进行。在每一分段或分块内的面砖，均为自下而上镶贴。从最下一层砖下皮的位置线先稳好靠尺，以此托住第一皮面砖。在面砖外皮上口拉水平通线，作为镶贴的标准。

在面砖背面可采用1∶2水泥砂浆或1∶0.2∶2＝水泥∶白灰膏∶砂的混合砂浆镶贴，砂浆厚度为6～10mm，贴砖后用灰铲柄轻轻敲打，使之附线，再用钢片开刀调整竖缝，并用小杠通过标准点调整平面和垂直度。

另外一种做法是，用1∶1水泥砂浆加水重20%的108胶，在砖背面抹3～4mm厚，粘贴即可。但此种做法其基层灰必须抹得平整，而且砂子必须用窗纱筛后使用。

另外，也可用胶粉来粘贴面砖，其厚度为2～3mm，用此种做法其基层灰必须更平整。

如要求面砖拉缝镶贴时，面砖之间的水平缝宽度用米厘条控制，米厘条用贴砖砂浆与中层灰临时镶贴，米厘条贴在已镶贴好的面砖上口，为保证其平整，可临时加垫小木楔。

女儿墙压顶、窗台、腰线等部位平面也要镶贴面砖时，除流水坡度应符合设计要求外，还应采取平面面砖压立面面砖的做法，预防向内渗水，引起空裂；同时还应采取立面中最低一排面砖必须压底平面面砖，并低出底平面面砖3～5mm的做法，让其起滴水线（槽）的作用，防止尿檐而引起空裂。

8）面砖勾缝与擦缝

面砖铺贴拉缝时，用1∶1水泥砂浆勾缝，先勾水平缝再勾竖缝，勾好后要求凹进面砖外表面2～3mm。若横竖缝为干挤缝，或小于3mm者，应用白水泥配颜料进行擦缝处理。面砖缝子勾完后，用布或棉丝蘸稀盐酸擦洗干净。

2. 基层为砖墙面时的施工工艺

基层为砖墙面时的施工工艺如下。

（1）抹灰前，墙面必须清扫干净，浇水湿润。

（2）大墙面和四角、门窗口边弹线找规矩，必须由顶层到底层一次进行，弹出垂直线，并决定面砖出墙尺寸，分层设点、做灰饼。横线以楼层为水平基线交圈控制，竖线则以四周大角和通天垛、柱子为基准线控制。每层打底时则以灰饼作为基准点进行冲筋，使其底层灰做到横平竖直。同时要注意找好突出檐口、腰线、窗台、雨篷等饰面的流水坡度。

（3）抹底层砂浆：先把墙面浇水湿润，然后用1∶3水泥砂浆刮一道（约6mm厚），紧跟着用同强度等级的灰与冲筋抹平，随即用木杠刮平，木抹子搓毛，隔天浇水养护。

其他同基层为混凝土墙面的做法。

3. 基层为加气混凝土墙面时的施工工艺

基层为加气混凝土墙面时的施工工艺如下。

(1) 用水湿润加气混凝土表面，修补缺棱掉角处。修补前，先刷一道聚合物水泥浆，然后用1∶3∶9=水泥∶白灰膏∶砂子混合砂浆分层补平，隔天刷聚合物水泥浆并抹1∶1∶6混合砂浆打底，木抹子搓平，隔天浇水养护。

(2) 用水湿润加气混凝土表面，在缺棱掉角处刷聚合物水泥浆一道，用1∶3∶9混合砂浆分层补平，待干燥后，钉金属网一层并绷紧。在金属网上分层抹1∶1∶6混合砂浆打底（最好采取机械喷射工艺），砂浆与金属网应结合牢固，最后用木抹子轻轻搓平，隔天浇水养护。

其他做法同基层为混凝土墙面的做法。

课题 7.4　地面施工

7.4.1　地面工程层次构成及面层材料

按照《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB 50300—2013）的规定，地面工程中，整体面层包括水泥混凝土面层、水泥砂浆面层、水磨石面层、水泥钢（铁）屑面层、防油渗面层、不发火（防爆的）面层；板块面层包括砖面层（陶瓷锦砖、缸砖、陶瓷地砖和水泥化砖面层）、大理石面层和花岗石面层、预制板块面层（水泥混凝土板块、水磨石板块面层）、料石面层（条石、块石面层）、塑料板面层、活动地板面层、地毯面层；木竹面层包括实木地板面层、实木复合地板面层、中密度（强化）复合地板面层、木（竹）地板面层等。

7.4.2　整体面层施工

1. 水泥砂浆地面施工

水泥砂浆地面施工工艺流程为基层处理→找标高、弹线→洒水湿润→抹灰饼和标筋→搅拌砂浆→刷水泥浆结合层→铺水泥砂浆面层→木抹子搓平→铁抹子压第一遍→第二遍压光→第三遍压光→养护。

(1) 基层处理。先将基层上的灰尘扫掉，用钢丝刷和錾子刷净、剔掉灰浆皮和灰渣层，用10%的火碱水溶液刷掉基层上的油污，并用清水及时将碱液冲净。

(2) 找标高弹线。根据墙上的+50cm水平线，往下量测出面层标高，并弹在墙上。

(3) 洒水湿润。用喷壶将地面基层均匀洒水一遍。

(4) 抹灰饼和标筋（或称冲筋）。根据房间内四周墙上弹的面层标高水平线，确定面层抹灰厚度（不应小于20mm），然后拉水平线开始抹灰饼（5cm×5cm），横竖间距为1.5～2.0m，灰饼上平面即为地面面层标高。

如果房间较大，为保证整体面层平整度，还须抹标筋（或称冲筋），将水泥砂浆铺在灰饼之间，宽度与灰饼宽相同，用木抹子拍抹成与灰饼上表面相平一致。铺抹灰饼和标筋的砂浆材料配合比均与抹地面的砂浆相同。

(5) 搅拌砂浆。水泥砂浆的体积比宜为1∶2（水泥∶砂），其稠度不应大于35mm，

强度等级不应小于 M15。为了控制加水量，应使用搅拌机搅拌均匀，颜色一致。

(6) 刷水泥浆结合层。在铺设水泥砂浆之前，应涂刷水泥浆一层，其水灰比为 0.4～0.5（涂刷之前要将抹灰饼的余灰清扫干净再洒水湿润），涂刷面积不要过大，随刷随铺面层砂浆。

(7) 铺水泥砂浆面层。涂刷水泥浆之后紧跟着铺水泥砂浆，在灰饼之间（或标筋之间）将砂浆铺均匀，然后用木刮杠按灰饼（或标筋）高度刮平，铺砂浆时如果灰饼（或标筋）已硬化，木刮杠刮平后，同时将利用过的灰饼（或标筋）敲掉，并用砂浆填平。

(8) 木抹子搓平。木刮杠刮平后，立即用木抹子搓平，从内向外退着操作，并随时用 2m 靠尺检查其平整度。

(9) 铁抹子压第一遍。木抹子抹平后，立即用铁抹子压第一遍，直到出浆为止，如果砂浆过稀表面有泌水现象时，可均匀撒一遍干水泥和砂（1∶1）的拌合料（砂子要过 3mm 筛），再用木抹子用力抹压，使干拌料与砂浆紧密结合为一体，吸水后用铁抹子压平。如有分格要求的地面，在面层上弹分格线，用劈缝溜子开缝，再用溜子将分缝内压至平、直、光。上述操作均在水泥砂浆初凝之前完成。

(10) 第二遍压光。面层砂浆初凝后，人踩上去有脚印但不下陷时，用铁抹子压第二遍，边抹压边把坑凹处填平，要求不漏压，表面压平、压光。有分格的地面压过后，应用溜子溜压，做到缝边光直、缝隙清晰、缝内光滑顺直。

(11) 第三遍压光。在水泥砂浆终凝前进行第三遍压光（人踩上去稍有脚印），铁抹子抹上去不再有抹纹时，用铁抹子把第二遍抹压时留下的全部抹纹压平、压实、压光（必须在终凝前完成）。

(12) 养护。地面压光完工后 24h，铺锯末或其他材料覆盖洒水养护，保持湿润，养护时间不少于 7d，当抗压强度达 5MPa 才能上人。

2. 水磨石地面施工

水磨石地面施工工艺流程为。基层处理→找标高→弹水平线→铺抹找平层砂浆→养护→弹分格线→镶分格条→拌制水磨石拌合料→涂刷水泥浆结合层→铺水磨石拌合料→滚压、抹平→试磨→粗磨→细磨→磨光→草酸清洗→打蜡上光。

(1) 基层处理。将混凝土基层上的杂物清理干净，不得有油污、浮土。用钢錾子和钢丝刷将沾在基层上的水泥浆皮錾掉铲净。

(2) 找标高弹水平线。根据墙面上的＋50cm 标高线，往下量测出磨石面层的标高，弹在四周墙上，并考虑其他房间和通道面层的标高要相互一致。

(3) 抹找平层砂浆。

① 根据墙上弹出的水平线，留出面层厚度（10～15mm 厚），抹 1∶3 水泥砂浆找平层，为了保证找平层的平整度，先抹灰饼（纵横方向间距 1.5m 左右），直径大小 8～10cm。

② 灰饼砂浆硬结后，以灰饼高度为标准，抹宽度为 8～10cm 的纵横标筋。

③ 在基层上洒水湿润，刷一道水灰比为 0.4～0.5 的水泥浆，面积不得过大，随刷浆随铺抹 1∶3 找平层砂浆，并用 2m 长刮杠以标筋为标准进行刮平，再用木抹子搓平。

(4) 养护。抹好找平层砂浆后养护 24h，待抗压强度达到 1.2MPa，方可进行下道工序施工。

(5) 弹分格线。根据设计要求的分格尺寸，一般采用 1m×1m。在房间中部弹十字

线，计算好周边的镶边宽度后，以十字线为准可弹分格线。如果设计有图案要求时，应按设计要求弹出清晰的线条。

(6) 镶分格条。用小铁抹子抹稠水泥浆将分格条固定住（分格条安在分格线上），抹成截面呈30°八字形，如图7.16所示，高度应低于分格条条顶3mm，分格条应平直（上平必须一致）、牢固、接头严密，不得有缝隙，作为铺设面层的标志。另外在粘贴分格条时，在分格条十字交叉接头处，为了使拌合料填塞饱满，在距交点40～50mm内不抹水泥浆，如图7.17所示。

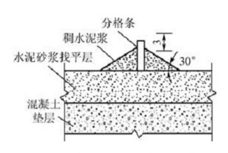


图7.16　现制水磨石地面镶嵌分格条剖面示意

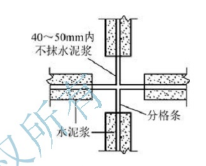


图7.17　分格条交叉处正确的粘贴方法

当分格条采用铜条时，应预先在两端头下部1/3处打眼，穿入22号铁丝，锚固于下口八字角水泥浆内。镶条后12h后开始浇水养护，最少2d，一般洒水养护3～4d，在此期间房间应封闭，禁止各工序进行。

(7) 拌制水磨石拌合料（或称石渣浆）。

① 拌合料的体积比宜采用1∶(1.5～2.5)（水泥∶石粒），要求配合比准确，拌和均匀。

② 使用彩色水磨石拌合料时，除彩色石粒外，还应加入耐光耐碱的矿物颜料，其掺入量为水泥重量的3%～6%，普通水泥与颜料配合比、彩色石子与普通石子配合比，在施工前都须经实验室试验后确定。同一彩色水磨石面层应使用同厂、同批颜料。在拌制前应根据整个地面所需的用量，将水泥和所需颜料一次统一配好、配足。配料时不仅用铁铲拌和，还要用筛子筛匀后，用包装袋装起来存放在干燥的室内，避免受潮。彩色石粒与普通石粒拌和均匀后，集中贮存待用。

③ 各种拌合料在使用前加水拌和均匀，稠度约6cm。

(8) 涂刷水泥浆结合层：先用清水将找平层洒水湿润，涂刷与面层颜色相同的水泥浆结合层，其水灰比宜为0.4～0.5，要刷均匀，也可在水泥浆内掺加胶粘剂，要随刷随铺拌合料，刷的面积不要过大，防止浆层风干导致面层空鼓。

(9) 铺设水磨石拌合料。

① 水磨石拌合料的面层厚度，除有特殊要求的以外，宜为12～18mm，并应按石料粒径确定。铺设时将搅拌均匀的拌合料先铺抹分格条边，后铺入分格条方框中间，用铁抹子由中间向边角推进，在分格条两边及交角处应特别注意压实抹平，随抹随用直尺进行平度检查。如局部地面铺设过高时，应用铁抹子将其挖去一部分，再将周围的水泥石子浆拍挤抹平（不得用刮杠刮平）。

② 几种颜色的水磨石拌合料不可同时铺抹，要先铺抹深色的，后铺抹浅色的，待前一种凝固后，再铺后一种（因为深颜色的掺矿物颜料多，强度增长慢，影响机磨效果）。

(10) 滚压、抹平。用滚筒液压前，先用铁抹子或木抹子在分格条两边宽约10cm范围内轻轻拍实（避免将分格条挤移位）。滚压时用力要均匀（要随时清掉粘在滚筒上的石碴），应从横竖两个方向轮换进行，达到表面平整密实、出浆石粒均匀为止。待石粒浆稍收水后，再用铁抹子将浆抹平、压实，如发现石粒不均匀之处，应补石粒浆再用铁抹子拍平、压实。24h后浇水养护。

(11) 试磨。一般根据气温情况确定养护天数，温度在20～30℃时2～3d即可开始机磨，过早开磨石粒易松动；过迟则会磨光困难。所以需进行试磨，以面层不掉石粒为准。

(12) 粗磨。第一遍用60～90号金刚石磨，使磨石机机头在地面上走横“8”字形，边磨边加水（如磨石面层养护时间太长，可加细砂，加快机磨速度），随时清扫水泥浆，并用靠尺检查平整度，直至表面磨平、磨匀，分格条和石粒全部露出（边角处用人工磨成同样效果），用水清洗晾干，然后用较浓的水泥浆（如掺有颜料的面层，应用同样掺有颜料配合比的水泥浆）擦一遍，特别是面层的洞眼小，孔隙要填实抹平，脱落的石粒应补齐，浇水养护2～3d。

(13) 细磨。第二遍用90～120号金刚石磨，要求磨至表面光滑为止。然后用清水冲净，满擦第二遍水泥浆，仍注意小孔隙要细致擦严密，然后养护2～3d。

(14) 磨光。第三遍用200号细金刚石磨，磨至表面石子显露均匀，无缺石粒现象，平整、光滑，无孔隙为度。

普通水磨石面层磨光遍数不应少于3遍，高级水磨石面层的厚度、磨光遍数及油石规格应根据设计确定。

(15) 草酸擦洗。为了取得打蜡后显著的效果，在打蜡前磨石面层要进行一次适量限度的酸洗，一般均用草酸进行擦洗，使用时，先用水加草酸混合成约10%浓度的溶液，用扫帚蘸取溶液洒在地面上，再用油石轻轻磨一遍；磨出水泥及石粒本色，再用水冲洗软布擦干。此道操作必须在各工种完工后才能进行，经酸洗后的面层不得再受污染。

(16) 打蜡上光。将蜡包在薄布内，在面层上薄薄涂一层，待干后用钉有帆布或麻布的木块代替油石，装在磨石机上研磨，用同样方法再打第二遍蜡，直到光滑洁亮为止。

7.4.3 板块面层施工


【参考视频】

大理石、花岗石地面施工工艺流程为：准备工作→试拼→弹线→试排→刷水泥浆及铺砂浆结合层→铺大理石板块（或花岗石板块）→灌缝、擦缝→打蜡。

(1) 准备工作。

① 以施工大样图和加工单为依据，熟悉了解各部位尺寸和做法，弄清洞口、边角等部位之间的关系。

② 基层处理。将地面垫层上的杂物清理干净，用钢丝刷刷掉黏结在垫层上的砂浆，并清扫干净。

(2) 试拼。在正式铺设前，对每一房间的板块，应按图案、颜色、纹理试拼，将非整块板对称排放在房门靠墙部位，试拼后按两个方向编号排列，然后按编号码放整齐。

(3) 弹线。为了检查和控制板块的位置，在房间内拉十字控制线，弹在混凝土垫层上，并引至墙面底部，然后依据墙面+50cm标高线找出面层标高，在墙上弹出水平标高线，弹水平线时要注意室内与楼道面层标高要一致。

(4) 试排。在房间内的两个相互垂直的方向铺两条干砂，其宽度大于板块宽度，厚度不小于3cm、结合施工大样图及房间实际尺寸，把板块排好，以便检查板块之间的缝隙，核对板块与墙面、柱、洞口等部位的相对位置。

(5) 刷水泥素浆及铺砂浆结合层。试铺后将干砂和板块移开，清扫干净，用喷壶洒水湿润，刷一层素水泥浆(水灰比为0.4～0.5，刷的面积不要过大，随铺砂浆随刷)。根据板面水平线确定结合层砂浆厚度，拉十字控制线，开始铺结合层干硬性水泥砂浆[一般采用1∶(2～3)的干硬性水泥砂浆，干硬程度以手捏成团，落地即散为宜]，厚度控制在放板块时宜高出面层水平线3～4mm。铺好后用大杠刮平，再用抹子拍实找平(铺摊面积不得过大)。

(6) 铺砌板块。

① 板块应先用水浸湿，待擦干或表面晾干后方可铺设。

② 根据房间拉的十字控制线，纵横各铺一行，作为大面积铺砌标筋用。依据试拼时的编号、图案及试排时的缝隙(板块之间的缝隙宽度，当设计无规定时不应大于1mm)，在十字控制线交点开始铺砌。先试铺，即搬起板块对好纵横控制线铺落在已铺好的干硬性砂浆结合层上，用橡皮锤敲击木垫板(不得用橡皮锤或木槌直接敲击板块)，振实砂浆至铺设高度后，将板块掀起移至一旁，检查砂浆表面与板块之间是否相吻合，如发现有空虚之处，应用砂浆填补，然后正式镶铺，先在水泥砂浆结合层上满浇一层水灰比为0.5的素水泥浆(用浆壶浇均匀)，再铺板块，安放时四角同时往下落，用橡皮锤或木槌轻击木垫板，根据水平线用铁水平尺找平，铺完第一块，向两侧和后退方向顺序铺砌。铺完纵、横行之后有了标准，可分段分区依次铺砌，一般房间是先里后外进行，逐步退至门口，便于成品保护，但必须注意与楼道相呼应。也可从门口处往里铺砌，板块与墙角、镶边和靠墙处应紧密砌合，不得有空隙。

(7) 灌缝、擦缝。在板块铺砌后1～2昼夜进行灌浆擦缝。根据大理石(或花岗石)颜色，选择相同颜色矿物颜料和水泥(或白水泥)拌和均匀，调成1∶1稀水泥浆，用浆壶徐徐灌入板块之间的缝隙中(可分几次进行)，并用长把刮板把流出的水泥浆刮向缝隙内，至基本灌满为止。灌浆1～2h后，用棉纱团蘸原稀水泥浆擦缝与板面擦平，同时将板面上水泥浆擦净，使大理石(或花岗石)面层的表面洁净、平整、坚实，以上工序完成后，面层加以覆盖，养护时间不应少于7d。

(8) 打蜡。当水泥砂浆结合层达到强度后(抗压强度达到1.2MPa时)，方可进行打蜡，使面层达到光滑洁亮。


【知识链接】

7.4.4 木(竹)面层施工


【参考视频】

普通木(竹)地板和拼花木地板按构造方法不同，有实铺和空铺两种，如图7.18所示。空铺是由木搁栅、企口板、剪刀撑等组成，一般均设在首层房间。当搁栅跨度较大时，应在房中间加设地垄墙，地垄墙顶上要铺油毡或抹防水砂浆及放置沿缘木。实铺是木搁栅铺在钢筋混凝土板或垫层上，它是由木搁栅及企口板等组成。其施工工艺流程为：安装木搁栅→钉木地板→刨平→净面细刨、磨光→安装踢脚板。

1. 安装木搁栅

木搁栅的安装，采用空铺法还是实铺法是不同的。

(1) 空铺法。在砖砌基础墙上和地垄墙上垫放通长沿椽木，用预埋的铁丝将其捆绑

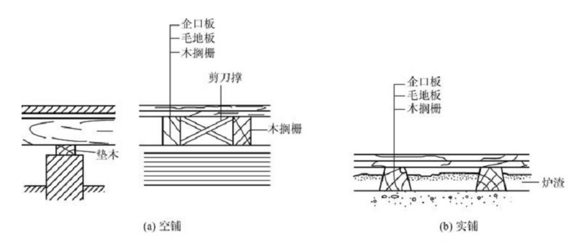


图 7.18　木板面层构造做法示意图

好，并在沿椽木表面画出各木搁栅的中线，然后将木搁栅对准中线摆好，端头离开墙面约30mm的缝隙，依次将中间的木搁栅摆好，当顶面不平时，可用垫木或木楔在木搁栅底下垫平，并将其钉牢在沿缘木上，为防止木搁栅活动，应在固定好的木搁栅表面临时钉设木拉条，使之互相牵拉着，木搁栅摆正后，在木搁栅上按剪刀撑的间距弹线，然后按线将剪刀撑钉于木搁栅侧面，同一行剪刀撑要对齐顺线，上口齐平。

（2）实铺法。楼层木地板的铺设，通常采用实铺法施工，应先在楼板上弹出各木搁栅的安装位置线（间距约400mm）及标高。将木搁栅（断面呈梯形，宽面在下）放平、放稳，并找好标高，将预埋在楼板内的铁丝拉出，捆绑好木搁栅（如未预埋镀锌铁丝，可按设计要求用膨胀螺栓等固定木搁栅），然后把干炉渣或其他保温材料塞满两木搁栅之间。

2. 钉木地板

钉木地板内容如下。

（1）条板铺钉。空铺的条板铺钉方法为剪刀撑钉完之后，可从墙的一边开始铺钉企口条板，靠墙的一块板应离墙面有10～20mm的缝隙，以后逐块排紧，用钉从板侧凹角处斜向钉入，钉长为板厚的2～2.5倍，钉帽要砸扁，企口条板要钉牢、排紧。板的排紧方法一般可在木搁栅上钉扒钉一只，在扒钉与板之间夹一对硬木楔，打紧硬木楔就可以使板排紧。钉到最后一块企口板时，因无法斜着钉，可用明钉钉牢，钉帽要砸扁，冲入板内。企口板的接头要在木搁栅中间，接头要互相错开，板与板之间应排紧，木搁栅上临时固定的木拉条，应随企口板的安装随时拆去，铺钉完之后及时清理干净，先应垂直木纹方向粗刨一遍，再依顺木纹方向细刨一遍。

实铺条板铺钉方法同上。

（2）拼花木地板铺钉。硬木地板下层一般都钉毛地板，可采用纯棱料，其宽度不宜大于120mm，毛地板与木搁栅成45°或30°方向铺钉，并应斜向钉牢，板间缝隙不应大于3mm，毛地板与墙之间应留10～20mm缝隙，每块毛地板应在每根木搁栅上各钉两个钉子固定，钉子的长度应为板厚的2.5倍。铺钉拼花地板前，宜先铺设一层沥青纸（或油毡），以隔声和防潮用。

在铺打硬木拼花地板前，应根据设计要求的地板图案，应在房间中央弹出图案墨线，再按墨线从中央向四边铺钉。有镶边的图案，应先钉镶边部分，再从中央向四边铺钉，各块木板应相互排紧，对于企口拼装的硬木地板，应从板的侧边斜向钉入毛地板中，钉头不

要露出；钉长为板厚的2～2.5倍，当木板长度小于30cm时，侧边应钉两个钉子，长度大于30cm时，应钉入3个钉子，板的两端应各钉1个钉子固定。板块间缝隙不应大于0.3mm，面层与墙之间缝隙，应以木踢脚板封盖。钉完后，清扫干净刨光，刨刀吃口不应过深，防止板面出现刀痕。

(3) 拼花地板黏结。采用沥青胶结料铺贴拼花木板面层时，其下一层应平整、洁净、干燥，并应先涂刷一遍同类底子油，然后用沥青胶结料随涂随铺，其厚度宜为2mm，在铺贴时木板块背面也应涂刷一层薄而均匀的沥青胶结料。

当采用胶粘剂铺贴拼花板面层时，胶粘剂应通过试验确定。胶粘剂应存放在阴凉通风、干燥的室内。超过生产期3个月的产品，应取样检验，合格后方可使用。超过保质期的产品，不得使用。

3. 净面细刨、磨光

地板刨光宜采用地板刨光机（或六面刨），转速在5000rad/min以上。长条地板应顺水纹刨，拼花地板应与地板木纹成45°斜刨。刨时不宜走得太快，刨口不要过大，要多走几遍，地板刨光机不用时应先将机器提起关闭，防止啃伤地面。机器刨不到的地方要用手刨，并用细刨净面。地板刨平后，应使用地板磨光机磨光，所用砂布应先粗后细，砂布应绷紧绷平，磨光方向及角度与刨光方向相同。

木地板油漆、打蜡详见装饰工程木地板油漆工艺标准。

课题7.5 吊顶与轻质隔墙施工

7.5.1 吊顶施工


【参考视频】

吊顶有直接式顶棚和悬吊式顶棚两种形式。直接式顶棚按施工方法和装饰材料的不同，可分为直接刷（喷）浆顶棚、直接抹灰顶棚、直接粘贴式顶棚（用胶粘剂粘贴装饰面层）；悬吊式顶棚按结构形式分为活动式装配吊顶、隐蔽式装配吊顶、金属装饰板吊顶、开敞式吊顶和整体式吊顶（灰板条吊顶）等。

1. 木骨架罩面板顶棚施工

木骨架罩面板顶棚施工工艺为：安装吊点紧固件→沿吊顶标高线固定沿墙边龙骨→刷防火涂料→在地面拼接木搁栅（木龙骨架）→分片吊装→与吊点固定→分片间的连接→预留孔洞→整体调整→安装胶合板→后期处理。

1) 安装吊点紧固件

安装吊点紧固件步骤如下。

(1) 用冲击电钻在建筑结构底面按设计要求打孔，钉膨胀螺钉。

(2) 用直径必须大于5mm的射钉，将角铁等固定在建筑底面上。

(3) 利用事先预埋的吊筋固定吊点。

2) 沿吊顶标高线固定沿墙边龙骨

遇水泥混凝土墙面，可用水泥钉将木龙骨固定在墙面上。若是砖墙和混凝土墙时，先用冲击钻在墙面标高线以上10mm处打孔（孔的直径应大于12mm，在孔内下木楔，木楔的直径要稍大于孔径），木楔下入孔内要达到牢固配合。木楔下完后，木楔和墙面应保持

在同一平面，木楔间距为0.5～0.8mm。然后将边龙骨用钉固定在墙上。边龙骨断面尺寸应与吊顶木龙骨断面尺寸相同，边龙骨固定后其底边与吊顶标高线应齐平。

3）刷防火涂料

木吊顶龙骨筛选后要刷三遍防火涂料，待晾干后备用。

4）在地面拼接木搁栅（木龙骨架）

先把吊顶面上需分片或可以分片的尺寸位置定出，根据分片的尺寸进行拼接前的安排。拼接接法是将截面尺寸为25mm×30mm的木龙骨，在长木方向上按中心线距300mm的尺寸开出深15mm、宽25mm的凹槽。然后按凹槽对凹槽的方法拼接，在拼口处用小圆钉或胶水固定。通常是先拼接大片的木搁栅，再拼接小片的木搁栅，但木搁栅最大片不能大于$10m^2$。

5）分片吊装

平面吊顶的吊装先从一个墙角位置开始，将拼接好的木搁栅托起至吊顶标高位置。对于高度低于3.2m的吊顶木搁栅，可在木搁栅举起后用高度定位杆支撑，使木搁栅的高度略高于吊顶标高线，高度大于3m时，则用铁丝在吊点上做临时固定。

6）与吊点固定

与吊点固定有以下三种方法。

(1) 用木方固定。先用木方按吊点位置固定在楼板或屋面板的下面，然后，再用吊筋木方与固定在建筑顶面的木方钉牢。吊筋长短应大于吊点与木搁栅表面之间的距离100mm左右，便于调整高度。吊筋应在木龙骨的两侧固定后再截去多余部分。吊筋与木龙骨钉接处每处不许少于两只铁钉。如木龙骨搭接间距较小，或钉接处有劈裂、腐朽、虫眼等缺陷，应换掉或立刻在木龙骨的吊挂处钉挂上200mm长的加固短木方。

(2) 用角铁固定。在需要上人和一些重要的位置，常用角铁做吊筋与木搁栅固定连接。其方法是在角铁的端头钻2～3个孔做调整。角铁在木搁栅的角位上，用两只木螺钉固定。

(3) 用扁铁固定。将扁铁的长短先测量截好，在吊点固定端钻出两个调整孔，以便调整木搁栅的高度。扁铁与吊点件用M6螺栓连接，扁铁与木龙骨用两只木螺钉固定。扁铁端头不得长出木搁栅下平面。

7）分片间的连接

分片间的连接有两种情况：当两分片木搁栅在同一平面对接时，先将木搁栅的各端头对正，然后用短木方进行加固；当分片木搁栅不在同一平面时，平面吊顶处于高低面连接，先用一条木方斜拉地将上下两平面木搁栅架定位，再将上下平面的木搁栅用垂直的木方条固定连接。

8）预留孔洞

预留灯光盘、空调风口、检修孔位置。

9）整体调整

各个分片木搁栅连接加固完后，在整个吊顶面下用尼龙线或棒线拉出十字交叉标高线，检查吊顶平面的平整度，吊顶应起拱，一般可按7～10m跨度为3/1000的起拱量，10～15m跨度为5/1000起拱量。

10）安装胶合板

安装胶合板内容如下。

(1) 按设计要求将挑选好的胶合板正面向上，按照木搁栅分格的中心线尺寸，在胶合板正面上画线。

(2) 板面倒角。在胶合板的正面四周按宽度为2～3mm刨出45°倒角。

(3) 钉胶合板。将胶合板正面朝下，托起到预定位置，使胶合板上的画线与木搁栅中心线对齐，用铁钉固定。钉距为80～150mm，钉长为25～35mm，钉帽应砸扁钉入板内，钉帽进入板面0.5～1mm，钉眼用油性腻子抹平。

(4) 固定纤维板。钉距为80～120mm，钉长为20～30mm，钉帽进入板面0.5mm。钉眼用油性腻子抹平。硬质纤维板用前应先用水浸透，自然阴干后安装。

(5) 胶合板、纤维板、木丝板要钉木压条，先按图纸要求的间距尺寸在板面上弹线。以墨线为准，将压条用钉子左右交错钉牢，钉距不应大于200mm，钉帽应砸扁顺着木纹打入木压条表面0.5～1mm，钉眼用油性腻子抹平。木压条的接头处，用小齿锯制角，使其严密平整。

11) 后期处理

按设计要求进行刷油、裱糊、喷涂，最后安装PVC塑料板。

2. 轻钢骨架罩面板顶棚施工

轻钢骨架罩面板顶棚施工工艺为：弹顶棚标高水平线→画龙骨分档线→安装主龙骨吊杆→安装主龙骨→安装次龙骨→安装罩面板→刷防锈漆→安装压条。

1) 弹顶棚标高水平线

根据楼层标高水平线，用尺竖向量至顶棚设计标高，沿墙、往四周弹顶棚标高水平线。

2) 画龙骨分档线

按设计要求的主、次龙骨间距布置，在已弹好的顶棚标高水平线上划龙骨分档线。

3) 安装主龙骨吊杆

弹好顶棚标高水平线及龙骨分档线后，确定吊杆下端头的标高，按主龙骨位置及吊挂间距，将吊杆无螺纹的一端与楼板预埋钢筋连接固定。未预埋钢筋时可使用膨胀螺栓。

4) 安装主龙骨

安装主龙骨内容如下。

(1) 配装吊杆螺母。

(2) 在主龙骨上安装吊挂件。

(3) 安装主龙骨：将组装好吊挂件的主龙骨，按分档线位置使吊挂件穿入相应的吊杆螺栓，拧好螺母。

(4) 主龙骨相接处装好连接件，拉线调整标高、起拱和平直。

(5) 安装洞口附加主龙骨，按图集相应节点构造，设置连接卡固件。

(6) 钉固边龙骨，采用射钉固定。设计无要求时，射钉间距为1000mm。

5) 安装次龙骨

安装次龙骨内容如下。

(1) 按已弹好的次龙骨分档线，卡放次龙骨吊挂件。

(2) 吊挂次龙骨：按设计规定的次龙骨间距，将次龙骨通过吊挂件吊挂在大龙骨上，设计无要求时，一般间距为500～600mm。

(3) 当次龙骨长度需多根延续接长时，用次龙骨连接件，在吊挂次龙骨的同时相接，调直固定。

(4) 当采用T形龙骨组成轻钢骨架时，次龙骨的卡档龙骨应在安装罩面板时，每装一块罩面板先后各装一根卡档次龙骨。

6) 安装罩面板

在安装罩面板前必须对顶棚内的各种管线进行检查验收，并经打压试验合格后，才允许安装罩面板。顶棚罩面板的品种繁多，一般在设计文件中应明确选用的种类、规格和固定方式。罩面板与轻钢骨架固定的方式分为罩面板自攻螺钉钉固法、罩面板胶黏结固法、罩面板托卡固定法三种。

(1) 罩面板自攻螺钉钉固法。在已装好并经验收的轻钢骨架下面，按罩面板的规格、拉缝间隙、进行分块弹线，从顶棚中间顺通长次龙骨方向先装一行罩面板，作为基准，然后向两侧伸延分行安装，固定罩面板的自攻螺钉间距为150～170mm。

(2) 罩面板胶黏结固法。按设计要求和罩面板的品种、材质选用胶黏结材料，一般可用401胶黏结，罩面板应经选配修整，使厚度、尺寸、边楞一致和整齐。每块罩面板黏结时应预装，然后在预装部位龙骨框底面刷胶，同时在罩面板四周边宽10～15mm的范围刷胶，经5min后，将罩面板压粘在预装部位；每间顶棚先由中间行开始，然后向两侧分行黏结。

(3) 罩面板托卡固定法。当轻钢龙骨为T形时，多为托卡固定法安装。

T形轻钢骨架通长次龙骨安装完毕，经检查标高、间距、平直度和吊挂荷载符合设计要求，垂直于通长次龙骨弹分块及卡档龙骨线。罩面板安装由顶棚的中间行次龙骨的一端开始，先装一根边卡档次龙骨，再将罩面板槽托入T形次龙骨翼缘或将无槽的罩面板装在T形翼缘上，然后安装另一侧长档次龙骨。按上述程序分行安装，最后分行拉线调整T形明龙骨。

7) 刷防锈漆

轻钢骨架罩面板顶棚，碳钢或焊接处未做防腐处理的表面（如预埋件、吊挂件、连接件、钉固附件等），在各工序安装前应刷防锈漆。

8) 安装压条

罩面板顶棚如设计要求有压条，待一间顶棚罩面板安装后，经调整位置，使拉缝均匀，对缝平整，按压条位置弹线，然后接线进行压条安装。其固定方法宜用自攻螺钉，螺钉间距为300mm，也可用胶黏结料粘贴。

7.5.2 轻质隔墙施工

1. 钢丝网架夹芯板隔墙施工

钢丝网架夹芯板是以三维构架式钢丝网为骨架，以膨胀珍珠岩、阻燃型聚苯乙烯泡沫塑料、矿棉、玻璃棉等轻质材料为芯材，由工厂制成的面密度为4～20kg/m^{2}的钢丝网架夹芯板，然后在其两面喷抹20mm厚水泥砂浆面层的新型轻质墙板。

钢丝网架夹芯板隔墙施工工艺为：清理→弹线→墙板安装→墙板加固→管线敷设→墙面粉刷。

1) 弹线

在楼地面、墙体及顶棚面上弹出墙板双面边线，边线间距为80mm（板厚），用线坠吊垂直，以保证对应的上下线在一个垂直平面内。

2) 墙板安装

钢丝网架夹芯板墙体施工时，按排列图将板块就位，一般是按由下至上、从一端向另一端的顺序安装。

(1) 将结构施工时预埋的两根直径为6mm，间距为400mm的锚筋与钢丝网架焊接或用钢丝绑扎牢固。也可通过直径为8mm的胀铆螺栓加U形码（或压片），或打孔植筋，把板材固定在结构梁、板、墙、柱上。

(2) 板块就位前，可先在墙板底部安装位置满铺1∶2.5水泥砂浆垫层，砂浆垫层厚度不小于35mm，使板材底部填满砂浆。有防渗漏要求的房间，应做高度不低于100mm的细石混凝土墙垫，待其达到一定强度后，再进行钢丝网架夹芯板安装。

(3) 墙板拼缝、墙体阴阳角、门窗洞口等部位，均应按设计构造要求采用配套的钢网片覆盖或槽形网加强，用箍码固定或用钢丝绑牢。钢丝网架边缘与钢网片相交点用钢丝绑扎紧固，其余部分相交点可相隔交错扎牢，不得有变形、脱焊现象。

(4) 板材拼接时，接头处芯材若有空隙，应用同类芯材补充、填实、找平。门窗洞口应按设计要求进行加强，一般洞口周边设置的槽形网（300mm）和洞口四角设置的45°加强钢网片（可用长度不小于500mm的“之”字条）应与钢网架用金属丝捆扎牢固。如设置洞边加筋，应与钢丝网架用金属丝绑扎定位；如设置通天柱，应与结构梁、板的预留锚筋或预埋件焊接固定。门窗框安装，应与洞口处的预埋件连接固定。

(5) 墙板安装完成后，检查板块间以及墙板与建筑结构之间的连接，确定是否符合设计规定的构造要求及墙体稳定性的要求，并检查暗设管线、设备等隐蔽部分施工质量，以及墙板表面平整度是否符合要求；同时对墙板安装质量进行全面检查。

3) 管线敷设

安装暗管、暗线与暗盒等应与墙板安装相配合，在抹灰前进行。按设计位置将板材的钢丝剪开，剔除管线通过位置的芯材，把管、线或设备等埋入墙体内，上、下用钢筋码与钢丝网架固定，周边填实。埋设处表面另加钢网片覆盖补强，钢网片与钢丝网架用点焊连接或用金属丝绑扎牢固。

4) 墙面粉刷

钢丝网架夹芯板墙体安装完毕并通过质量检查，即可进行墙面抹灰。

(1) 将钢丝网架夹芯板墙体四周与建筑结构连接处（25～30mm）的缝隙用1∶3水泥砂浆填实。清理好钢丝网架与芯材结构的整体稳定效果，墙面做灰饼、设标筋；重要的阳角部位应按国家标准规定及设计要求做护角。

(2) 水泥砂浆抹灰层施工可分3遍完成，底层厚12～15mm；中层厚8～10mm；罩面层厚2～5mm。水泥砂浆抹灰层的平均总厚度不小于25mm。

(3) 可采用机械喷涂抹灰。若人工抹灰时，以自下而上为宜。底层抹灰后，应用木抹子反复揉搓，使砂浆密实并与墙体的钢丝网及芯材紧密黏结，且使抹灰表面保持粗糙。待底层砂浆终凝后，适当洒水润湿，即抹中层砂浆，表面用刮板找平、挫毛。两层抹灰均应采用同一配合比的砂浆。水泥砂浆抹灰层的罩面层，应按设计要求的装饰材料抹面。当罩面层需掺入其他防裂材料时，应经试验合格后方可使用。在钢丝网架夹芯墙板的一面喷灰时，注意防止芯材位置偏移。尚应注意，每一水泥砂浆抹灰层的砂浆终凝后，均应洒水养护；墙体两面抹灰的时间间隔，不得小于24h。

2. 木龙骨隔墙施工

木龙骨隔墙工程是采用木龙骨作墙体骨架，以4～25mm厚的建筑平板作罩面板，组装而成的室内非承重轻质墙体，称为木龙骨隔墙。

1）木龙骨隔墙的种类

木龙骨隔墙分为全封隔墙、有门窗隔墙和隔断三种，其结构形式不尽相同。大木方构架结构的木隔墙，通常用50mm×80mm或50mm×100mm的大木方做主框架，框体规格为@500的方框架或500mm×800mm的长方框架，再用4～5mm厚的木夹板做基面板。该结构多用于墙面较高较宽的隔墙。为了使木隔墙有一定的厚度，常用25mm×30mm带凹槽木方做成双层骨架的框体，每片规格为@300或@400，间隔为150mm，用木方横杆连接。单层小木方构架常用25mm×30mm的带凹槽木方组装，框体@300，多用于3m以下隔墙或隔断。

2）施工工艺

木龙骨隔墙工程施工工艺为：弹线→钻孔→安装木骨架→安装饰面板→饰面处理。

（1）弹线、钻孔。在需要固定木隔墙的地面和建筑墙面上弹出隔墙的边缘线和中心线，画出固定点的位置，间距300～400mm，打孔深度在45mm左右，用膨胀螺栓固定。如用木楔固定，则孔深应不小于50mm。

（2）安装木骨架。

① 木骨架的固定通常是在沿墙、沿地和沿顶面处。对隔断来说，主要是靠地面和端头的建筑墙面固定。如端头无法固定，则常用铁件来加固端头，加固部位主要是在地面与竖木方之间。对于木隔墙的门框竖向木方，均应用铁件加固，否则会使木隔墙颤动、门框松动及木隔墙松动。

② 如果隔墙的顶端不是建筑结构，而是吊顶，处理方法区分不同情况而定。对于无门隔墙，只需相接缝隙小，平直即可；对于有门的隔墙，考虑到振动和碰动，所以顶端必须加固，即隔墙的竖向龙骨应穿过吊顶面，再与建筑物的顶面进行固定。

③ 木隔墙中的门框是以门洞两侧的竖向木方为基体，配以挡位框、饰边板或饰边线条组合而成；大木方骨架隔墙门洞竖向木方较大，其挡位框可直接固定在竖向木方上；小木方双层构架的隔墙，因其木方小，应先在门洞内侧钉上厚夹板或实木板之后，再固定挡位框。

④ 木隔墙中的窗框是在制作时预留的，然后用木夹板和木线条进行压边定位；隔断墙的窗也分固定窗和活动窗，固定窗是用木压条把玻璃板固定在窗框中，活动窗与普通活动窗一样。

（3）安装饰面板。

墙面木夹板的安装方式主要有明缝和拼缝两种。明缝固定是在两板之间留一条有一定宽度的缝，图样无规定时，缝宽以8～10mm为宜；明缝如不加垫板，则应将木龙骨面刨光，明缝的上下宽度应一致，锯割木夹板时，应用靠尺来保证锯口的平直度与尺寸的准确性，并用零号砂纸修边。拼缝固定时，要对木夹板正面四边进行倒角处理（45°×3mm），以使板缝平整。

3. 轻钢龙骨隔墙施工

采用轻钢龙骨作墙体骨架，以4～25mm厚的建筑平板作罩面板，组装而成的室内非承重轻质墙体，称为轻钢龙骨隔墙。

1）材料要求

隔墙所用的轻钢龙骨主件及配件、紧固件（包括射钉、膨胀螺钉、镀锌自攻螺钉、嵌缝料等）均应符合设计要求；轻钢龙骨还应满足防火及耐久性要求。

2）施工工艺

轻钢龙骨隔墙施工工艺为：基层清理→定位放线→安装沿顶龙骨、沿地龙骨及边端竖龙骨→安装竖向龙骨→安装横向龙骨→安装通贯龙骨（采用通贯龙骨系列时）、横撑龙骨、水电管线→安装门窗洞口部位的横撑龙骨→各洞口的龙骨加强及附加龙骨安装→检查骨架安装质量并调整校正→安装墙体一侧罩面板→板面钻孔安装管线固定件→安装填充材料→安装另一侧罩面板→接缝处理→墙面装饰。

（1）施工前应先完成基本的验收工作，石膏罩面板安装应在屋面、顶棚和墙抹灰完成后进行。

（2）弹线定位。墙体骨架安装前，按设计图样检查现场，进行实测实量，并对基层表面予以清理。在基层上按龙骨的宽度弹线，弹线应清晰，位置应准确。

（3）安装沿地、沿顶龙骨及边端竖龙骨。沿地、沿顶龙骨及边端竖龙骨可根据设计要求及具体情况采用射钉、膨胀螺钉或按所设置的预埋件进行连接固定。沿地、沿顶龙骨固定射钉或胀铆螺钉固定点间距，一般为600～800mm。边端竖龙骨与建筑基体表面之间，应按设计规定设置隔声垫或满嵌弹性密封胶。

（4）安装竖向龙骨。竖龙骨的长度应比沿地、沿顶龙骨内侧的距离尺寸短15mm。竖龙骨准确垂直就位后，即用抽芯铆钉将其两端分别与沿地、沿顶龙骨固定。

（5）安装横向龙骨。当采用有配件龙骨体系时，其通贯龙骨在水平方向穿过各条竖龙骨上的贯通孔，由支撑卡在两者相交的开口处连接稳固。对于无配件龙骨体系，可将横向龙骨（可由竖龙骨截取或采用加强龙骨等配套横撑型材）端头剪开折弯，用抽芯铆钉与竖龙骨连接固定。

（6）墙体龙骨骨架的验收。龙骨安装完毕，有水电设施的工程，尚需由专业人员按水电设计进行暗管、暗线及配件等安装进行检查验收。墙体中的预埋管线和附墙设备按设计要求采取加强措施。在罩面板安装之前，应检查龙骨骨架的表面平整度、立面垂直度及稳定性。

4. 平板玻璃隔墙施工

平板玻璃隔墙龙骨常用的有金属龙骨平板玻璃隔墙和木龙骨平板玻璃隔墙。常用的金属龙骨为铝合金龙骨。下面主要介绍铝合金龙骨的平板玻璃隔墙安装方法。隔墙的构造做法及施工安装基本上与玻璃门窗工程相同。其施工工艺流程为：弹线→铝合金下料→安装框架→安装玻璃。

1）弹线

主要弹出地面、墙面位置线及高度线。

2）铝合金下料

首先是精确画线，精度要求为±0.5mm，画线时注意不要碰坏型材表面。下料要使用专门的铝材切割机，要求尺寸准确、切口平滑。

3）安装框架

半高铝合金玻璃隔断通常是先在地面组装好框架后，再竖立起来固定，通高的铝合金玻璃隔墙通常是先固定竖向型材，再安装框架横向型材。铝合金型材相互连接主要是用铝角和自攻螺钉。铝合金型材与地面、墙面的连接则主要是用铁脚固定法。

型材的安装连接主要是竖向型材与横向型材的垂直结合，目前所采用的方法主要是铝角件连接法。铝角件连接的作用有两个方面，一方面是连接，另一方面是起定位作用，防

止型材安装后转动。对铝角连接件的基本要求是有一定的强度和尺寸准确，所用的铝角通常是厚铝角，其厚度为 3mm 左右。铝角件与型材的固定，通常使用自攻螺钉，规格为半圆头 M4×20 或 M5×20。

需要注意的是，为了美观，自攻螺钉的安装位置应在较隐蔽处。通常的处理方法，如对接处在 1.5m 以下，自攻螺钉头安装在型材的下方；如对接处在 1.8m 以上，自攻螺钉安装在型材的上方。在固定铝角件时还应注意其弯角的方向。

4）安装玻璃

建议使用安全玻璃，如钢化玻璃的厚度不小于 5mm，夹层玻璃的厚度不小于 6.38mm，对于无框玻璃隔墙应使用厚度不小于 10mm 的钢化玻璃，以保证使用的安全性。

玻璃安装应符合门窗工程的有关规定。铝合金隔墙的玻璃安装方式有两种：一种是安装于活动窗扇上；另一种是直接安装于型材上。前者需在制作铝合金活动窗时同时安装，其安装方法见门窗工程单元。在型材框架上安装玻璃，应先按框洞的尺寸缩 3～5mm 裁玻璃，以防止玻璃的不规整和框洞尺寸的误差，而造成装不上玻璃的问题。玻璃在型材框架上的固定，应用与型材同色的铝合金槽条，在玻璃两侧夹定，槽条可用自攻螺钉与型材固定，并在铝槽与玻璃间加玻璃胶密封。

平板玻璃隔墙的玻璃边缘不得与硬性材料直接接触，玻璃边缘与槽底空隙不应小于 5mm。玻璃嵌入墙体、地面和顶面的槽口深度应符合相关规定，当玻璃厚 5～6mm 时，为 8mm；当玻璃厚 8～12mm 时，为 10mm。玻璃与槽口的前后空隙也应符合有关规定，当玻璃厚 5～6mm 时，为 2.5mm；当玻璃厚 8～1.2mm 时，为 3mm。这些缝隙用弹性密封胶或橡胶条填嵌。

玻璃底部与槽底空隙间，应用不少于两块的 PVC 垫块或硬橡胶垫块支撑，支撑块长度不小于 10mm。玻璃平面与两边槽口空隙应使用弹性定位块衬垫，定位块长度不小于 25mm。支撑块和定位块应设置在距槽角不小于 300mm 或 1/4 边长的位置。

对于纯粹为采光而设置的平板落地玻璃分隔墙，应在距地面 1.5～1.7m 处的玻璃表面用装饰图案设置防撞标志。


【知识链接】

课题 7.6　门 窗 施 工

常见的门窗类型有木门窗、铝合金门窗、塑料门窗、彩板门窗和特种门窗。门窗工程的施工可分为两类，一类是由工厂预先加工拼装成型，在现场安装；另一类是在现场根据设计要求加工制作即时安装。


【参考视频】

7.6.1　木门窗安装

木门窗安装工艺为：弹线找规矩→决定门窗框安装位置→决定安装标高→掩扇、门框安装样板→窗框、扇、安装→门框安装→门扇安装。

（1）结构工程经过监督站验收达到合格后，即可进行门窗安装施工。首先，应从顶层用大线坠吊垂直，检查窗口位置的准确度，并在墙上弹出安装位置线，对不符线的结构边楞进行处理。

（2）根据室内 50cm 的平线检查窗框安装的标高尺寸，对不符线的结构边棱进行处理。

(3) 室内外门框应根据图纸位置和标高安装，为保证安装的牢固，应提前检查预埋木砖数量是否满足。1.2m 高的门，每边预埋两块木砖；高 1.2～2m 的门，每边预埋木砖 3 块；高 2～3m 的门，每边预埋木砖 4 块。每块木砖上应钉两根长 10cm 的钉子，将钉帽砸扁，顺木纹钉入木门框内。

(4) 木门框安装应在地面工程和墙面抹灰施工以前完成。

(5) 采用预埋带木砖的混凝土块与门窗框进行连接的轻质隔断墙，其混凝土块预埋的数量，也应根据门高度设 2 块、3 块、4 块，用钉子使其与门框钉牢。采用其他连接方法的，应符合设计要求。

(6) 做样板。把窗扇根据图样要求安装到窗框上，此道工序称为掩扇。对掩扇的质量，按验评标准检查缝隙大小，五金安装位置、尺寸、型号，以及牢固性，符合标准要求后作为样板，并以此作为验收标准和依据。

(7) 弹线安装门窗框扇。应考虑抹灰层厚度，并根据门窗尺寸、标高、位置及开启方向，在墙上画出安装位置线。有贴脸的门窗立框时，应与抹灰面齐平；有预制水磨石窗台板的窗，应注意窗台板的出墙尺寸，以确定立框位置；中立的外窗，如外墙为清水砖墙勾缝时，可稍移动，以盖上砖墙立缝为宜。窗框的安装标高，以墙上弹 50cm 平线为准，用木楔将框临时固定于窗洞内，为保证相隔窗框的平直，应在窗框下边拉小线找直，并用铁水平将平线引入洞内作为立框时的标准，再用线坠校正吊直。黄花松窗框安装前，应先对准木砖位置钻眼，便于钉钉。

(8) 若隔墙为加气混凝土条板时，应按要求的木砖间距钻 ϕ30mm 的孔，孔深 7～10cm，并在孔内预埋木橛粘 108 胶水泥浆打入孔中（木橛直径应略大于孔径 5mm，以便其打入牢固），待其凝固后，再安装门窗框。

(9) 木门扇的安装。

① 先确定门的开启方向及小五金型号、安装位置，以及对开门扇扇口的裁口位置及开启方向（一般右扇为盖口扇）。

② 检查门尺寸是否正确，边角是否方正，有无窜角，检查门高度应量门的两个立边，检查门宽度应量门口的上、中、下三点，并在扇的相应部位定点画线。

③ 将门扇靠在柜上画出相应的尺寸线，如果扇大，则应根据框的尺寸将大出的部分刨去，若扇小应绑木条，且木条应绑在装合页的一面，用胶粘后并用钉子打牢，钉帽要砸扁，顺木纹送入框内 1～2mm。

④ 第一次修刨后的门扇应以能塞入口内为宜，塞好后用木楔顶住临时固定，按门扇与口边缝宽尺寸是否合适，画第二次修刨线，标出合页槽的位置（距门扇的上下端各 1/10，且避开上、下冒头）。同时应注意口与扇安装的平整。

⑤ 门扇第二次修刨，缝隙尺寸合适后，即安装合页。应先用线勒子勒出合页的宽度，根据上下冒头 1/10 的要求，定出合页安装边线，分别从上下边线往里量出合页长度，剔合页槽，以槽的深度来调整门扇安装后与框的平整，刨合页槽时应留线，不应剔得过大、过深。

⑥ 合页槽剔好后，即安装上下合页，安装时应先拧一个螺钉，然后关上门检查缝隙是否合适，口与扇是否平整，无问题后方可将螺钉全部拧上。木螺钉应钉入全长 1/3，拧入 2/3，如木门为黄花松或其他硬木时，安装前应先打眼，眼的孔径为木螺钉直径的 0.9 倍，眼深为螺钉长的 2/3，打眼后再拧螺钉，以防安装劈裂或将螺钉拧断。

⑦ 安装对开扇时，应将门扇的宽度用尺量好，再确定中间对口缝的裁口深度。如采用企口榫时，对口缝的裁口深度及裁口方向应满足装锁的要求，然后将四周刨到准确尺寸。

⑧ 五金安装应符合设计图纸的要求，不得遗漏，一般门锁、碰珠、拉手等距地高度为95～100cm，插销应在拉手下面，对开门装暗插销时，安装工艺同自由门。

⑨ 安装玻璃门时，一般玻璃裁口在走廊内。厨房、厕所玻璃裁口在室内。

⑩ 门扇开启后易碰墙，为固定门扇位置，应安装门碰头，对有特殊要求的关闭门，应安装门扇开启器，其安装方法，参照产品安装说明书的要求。

7.6.2 塑料门窗安装

塑料门窗安装工艺为：弹线找规矩→门窗洞口处理→安装连接件的检查→塑料门窗外观检查→按图示要求运到安装地点→塑料门窗安装→门窗四周嵌缝→安装五金配件→清理。

(1) 本工艺应采用后塞口施工，不得先立口后进行结构施工。

(2) 检查门窗洞口尺寸是否比门窗框尺寸大3cm，否则应先行剔凿处理。

(3) 按图纸尺寸放好门窗框安装位置线及立口的标高控制线。

(4) 安装门窗框上的铁脚。

(5) 安装门窗框，并按线就位找好垂直度及标高，用木楔临时固定，检查正侧面垂直度及对角线，合格后，用膨胀螺栓将铁脚与结构牢固固定好。

(6) 嵌缝。门窗框与墙体的缝隙应按设计要求的材料嵌缝，如设计无要求时用沥青麻丝或泡沫塑料填实。表面用厚度为5～8mm的密封胶封闭。

(7) 门窗附件安装。安装时应先用电钻钻孔，再用自攻螺钉拧入，严禁用铁锤或硬物敲打，防止损坏框料。

(8) 安装后注意成品保护，防污染，防电焊火花烧伤，损坏面层。

7.6.3 铝合金门窗

1. 准备工作及安装质量要求

检查铝合金门窗成品及构配件各部位，如发现变形，应予以校正和修理；同时还要检查洞口标高线及几何形状，预埋件位置、间距是否符合规定，埋设是否牢固。不符合要求的，应纠正后才能进行安装。安装质量要求是位置准确、横平竖直、高低一致、牢固严密。

2. 安装方法

先安装门窗框，后安装门窗扇，用后塞口法。

3. 施工要点

铝合金门窗施工要点如下。

(1) 将门窗框安放到洞口中正确位置，用木楔临时定位。

(2) 拉通线进行调整，使上、下、左、右的门窗分别在同一竖直线、水平线上。

(3) 框边四周间隙与框表面距墙体外表面尺寸一致。

(4) 仔细校正其正侧面垂直度、水平度及位置合格后，揳紧木楔。

（5）再校正一次后，按设计规定的门窗框与墙体或预埋件连接固定方式进行焊接固定。常用的固定方法有预留洞燕尾铁脚连接、射钉连接、预埋木砖连接、膨胀螺钉连接、预埋铁件焊接连接等，如图7.19所示。

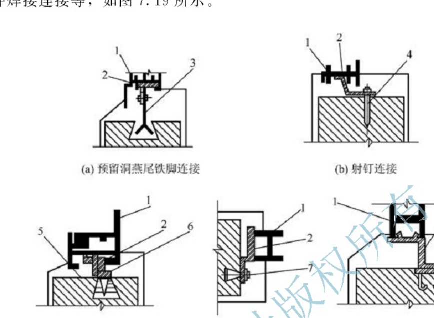


图7.19 铝合金门窗常用固定方法

1—门窗框；2—连接铁件；3—燕尾铁脚；4—射（钢）钉；5—木砖；6—木螺钉；7—膨胀螺钉

（6）窗框安装质量检查合格后，用1∶2的水泥砂浆或细石混凝土嵌填洞口与门窗框间的缝隙，使门窗框牢固地固定在洞内。

① 嵌填前应先把缝隙中的残留物清除干净，然后浇湿。

② 拉直检查外形平直度的直线。

③ 嵌填操作应轻而细致，不破坏原安装位置，应边嵌填边检查门窗框是否变形移位。

④ 嵌填时应注意不可污染门窗框和不嵌填部位，嵌填必须密实饱满不得有间隙，也不得松动或移动木楔，并洒水养护。

⑤ 在水泥砂浆未凝固前，绝对禁止在门窗框上工作，或在其上搁置任何物品，待嵌填的水泥砂浆凝固后，才可取下木楔，并用水泥砂浆抹严框周围缝隙。

（7）窗扇的安装。

① 质量要求。位置正确、平直，缝隙均匀，严密牢固，启闭灵活，启闭力合格，五金零配件安装位置准确，能起到各自的作用。

② 施工操作要点。推拉式门窗扇，应先装室内侧门窗扇，后装室外侧的门窗扇；固定扇应装在室外侧，并固定牢固，不会脱落，确保使用安全；平开式门窗扇应装于门窗框内，要求门窗扇关闭后四周压合严密，搭接量一致，相邻两门窗扇在同一平面内。

（8）门窗框与墙体连接固定时应满足以下规定。

① 窗框与墙体连接必须牢固，不得有任何松动现象。

② 焊接铁件应对称地排列在门窗框两侧，相邻铁件宜内外错开，连接铁件不得露出装饰层。

③ 连接铁件时，应用橡胶或石棉布或石棉板遮盖门窗框，不得烧损门窗框，焊接完

毕后应清除焊渣，焊接应牢固，焊缝不得有裂纹和漏焊现象，严禁在铝框上拴接地线或打火（引弧）。

④ 固接件离墙体边缘应不小于50mm，且不能装在缝隙中。

⑤ 窗框与墙体连接用的预埋件连接铁件、紧固件规格和要求，必须符合设计的规定，见表7-2。

表7-2　紧固件材料表

紧固件名称	规格/mm	材料或要求
膨胀螺钉	$\geqslant 8\times L$	45号钢镀锌、钝化
自攻螺钉	$\geqslant 4\times L$	15号钢 HRC50～58 钝化，镀锌
钢钉、射钉	$\phi 4 \sim \phi 5.5\times 6$	Q235钢
木螺钉	$\geqslant 5\times L$	Q235钢
预埋钢板	$\Delta=6$	Q235钢

课题7.7　涂饰施工

7.7.1　饰料的组成和分类

1. 涂料的组成

涂料的组成成分有以下几种。

（1）主要成膜物质。主要成膜物质也称胶粘剂或固着剂，是决定涂料性质的最主要成分，它的作用是将其他组分黏结成一整体，并附着在被涂基层的表层形成坚韧的保护膜。它具有单独成膜的能力，也可以黏结其他组分共同成膜。

（2）次要成膜物质。次要成膜物质也是构成涂膜的组成部分，但它自身没有成膜的能力，要依靠主要成膜物质的黏结才可成为涂膜的一个组成部分。例如，颜料就是次要成膜物质，其对涂膜的性能及颜色有重要作用。

（3）辅助成膜物质。辅助成膜物质不能构成涂膜或不是构成涂膜的主体，但对涂料的成膜过程有很大影响，或对涂膜的性能起一定辅助作用，它主要包括溶剂和助剂两大类。

2. 涂料的分类

建筑涂料的产品种类繁多，一般按下列几种方法进行分类。

（1）按使用的部位不同，可分为外墙涂料、内墙涂料、顶棚涂料、地面涂料、门窗涂料、屋面涂料等。

（2）按涂料的特殊功能不同，可分为防火涂料、防水涂料、防虫涂料、防霉涂料等。

（3）按涂料成膜物质的组成不同，可分为以下几种。

① 油性涂料，指传统的以干性油为基础的涂料，即以前所称的油漆。

② 有机高分子涂料，包括聚乙酸乙烯系、丙烯酸树脂系、环氧系、聚氨酯系、过氯乙烯系等，其中以丙烯酸树脂系建筑涂料性能优越。

③ 无机高分子涂料，包括有硅溶胶类、硅酸盐类等。

④ 有机无机复合涂料，包括聚乙烯醇水玻璃涂料、聚合物改性水泥涂料等。

(4) 按涂料分散介质（稀释剂）的不同可分为以下几种。

① 溶剂型涂料，它是以有机高分子合成树脂为主要成膜物质，以有机溶剂为稀释剂，加入适量的颜料、填料及辅助材料，经研磨而成的涂料。

② 水乳型涂料，它是在一定工艺条件下在合成树脂中加入适量乳化剂形成的以极细小的微粒形式分散于水中的乳液，以乳液中的树脂为主要成膜物质，并加入适量颜料、填料及辅助材料经研磨而成的涂料。

③ 水溶型涂料，以水溶性树脂为主要成膜物质，并加入适量颜料、填料及辅助材料经研磨而成的涂料。

(5) 按涂料所形成涂膜的质感可分为以下几种。

① 薄涂料，又称薄质涂料。它的黏度低，刷涂后能形成较薄的涂膜，表面光滑、平整、细致，但对基层凹凸线型无任何改变作用。

② 厚涂料，又称厚质涂料。它的特点是黏度较高，具有触变性，上墙后不流淌，成膜后能形成有一定粗糙质感的较厚的涂层，涂层经拉毛或滚花后富有立体感。

③ 复层涂料，原称喷塑涂料，又称浮雕型涂料、华丽喷砖，其由封底涂料、主层涂料与罩面涂料三种涂料组成。

7.7.2 建筑涂料的施工

各种建筑涂料的施工过程大同小异，大致上包括基层处理、刮腻子与磨平、涂料施涂三个阶段工作。

1. 基层处理

【参考视频】

基层处理的工作内容包括基层清理和基层修补。

(1) 混凝土及抹灰面的基层处理。为保证涂膜能与基层牢固黏结在一起，基层表面必须干燥、洁净、坚实，无酥松、脱皮、起壳、粉化等现象，基层的表面的泥土、灰尘、污垢、黏附的砂浆等应清扫干净，酥松的表面应予铲除。为保证基层表面平整，缺棱掉角处应用 1∶3 水泥砂浆（或聚合物水泥砂浆）修补，表面的麻面、缝隙及凹陷处应用腻子填补修平。混凝土或抹灰面基层应干燥，当涂刷溶剂型涂料时，含水率不得大于 8%，当涂刷乳液型涂料时，含水率不得大于 10%。

(2) 木材与金属基层的处理及打底子。为保证涂膜与基层黏结牢固，木材表面的灰尘、污垢和金属表面的油渍、鳞皮、锈斑、焊渣、毛刺等必须清除干净。木料表面的裂缝等在清理和修整后应用石膏腻子填补密实、刮平收净，用砂纸磨光以使表面平整。木材基层缺陷处理好后表面上应做打底子处理，使基层表面具有均匀吸收涂料的性能，以保证面层的色泽均匀一致。金属表面应刷防锈漆，涂料施涂前被涂物件的表面必须干燥，以免水分蒸发造成涂膜起泡，一般木材含水率不得大于 12%，金属表面不得有湿气，木基层含水率不得大于 12%。

2. 刮腻子与磨平

涂膜对光线的反射比较均匀，因而在一般情况下不易觉察的基层表面细小的凹凸不平和砂眼，在涂刷涂料后由于光影作用都将显现出来，影响美观。所以基层必须刮腻子数遍

予以找平，并在每遍所刮腻子干燥后用砂纸打磨，保证基层表面平整光滑。需要刮腻子的遍数，视涂饰工程的质量等级、基层表面的平整度和所用的涂料品种而定。

3. 涂料施涂

涂料在施涂前及施涂过程中，必须充分搅拌均匀。用于同一表面的涂料，应注意保证颜色一致。涂料黏度应调整合适，使其在施涂时不流坠、不显刷纹，如需稀释应用该种涂料所规定的稀释剂稀释。涂料的施涂遍数应根据涂料工程的质量等级而定。施涂溶剂型涂料时，后一遍涂料必须在前一遍涂料干燥后进行；施涂乳液型和水溶性涂料时后一遍涂料必须在前一遍涂料表面干燥后进行。每一遍涂料不宜施涂过厚，应施涂均匀，各层必须结合牢固。

涂料的施涂方法有刷涂、滚涂、喷涂、刮涂和弹涂等。

(1) 刷涂。它是用油漆刷、排笔等将涂料刷涂在物体表面上的一种施工方法。此法操作方便，适应性广，除极少数流平性较差或干燥太快的涂料不宜采用外，大部分薄涂料或云母片状厚质涂料均可采用。刷涂顺序是先左后右、先上后下、先过后面、先难后易。

(2) 滚涂（或称辊涂）。它是利用滚筒（或称辊筒、涂料辊）蘸取涂料并将其涂布到物体表面上的一种施工方法。滚筒表面有的是粘贴合成纤维长毛绒，也有的是粘贴橡胶（称为橡胶压辊），当压辊表面为凸出的花纹图案时，即可在涂层上滚压出相应的花纹。

(3) 喷涂。它是利用压力或压缩空气将涂料涂布于物体表面的一种施工方法。涂料在高速喷射的空气流带动下，呈雾状小液滴喷到基层表面上形成涂层。喷涂的涂层较均匀，颜色也较均匀，施工效率高，适用于大面积施工。可使用各种涂料进行喷涂，尤其是外墙涂料用得较多。

喷涂的效果与质量由喷嘴的直径、喷枪距墙的距离、工作压力与喷枪移动的速度有关，是喷涂工艺的四要素。喷涂时空气压缩机的压力，一般是控制在0.4～0.7MPa，气泵的排气量不小于0.6m^3/h；喷嘴距喷涂面的距离，以喷涂后不流挂为准，一般为40～60cm。喷嘴应与被涂面垂直且做平行移动，运行中速度保持一致，如图7.20所示。纵横方向做S形移动。当喷涂两个平面相交的墙角时，应将喷嘴对准墙角线，如图7.21所示。

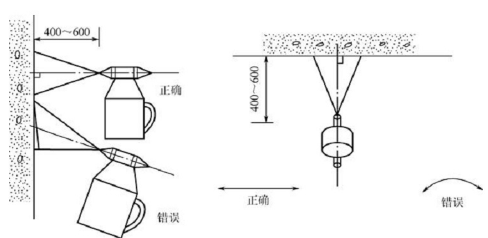


图7.20 喷枪与喷涂面的相对位置（单位：mm）

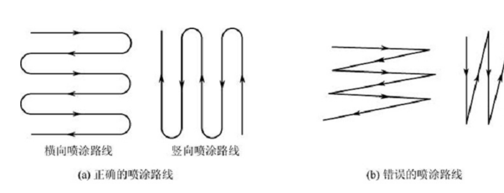


图 7.21　喷涂路线

(4) 刮涂。它是利用刮板将涂料厚浆均匀地批刮于饰涂面上，形成厚度为 1～2mm 的厚涂层。刮涂常用于地面厚层涂料的施涂。

(5) 弹涂。它是利用弹涂器通过转动的弹棒将涂料以圆点形状弹到被涂面上的一种施工方法。若分数次弹涂，每次用不同颜色的涂料，被涂面由不同色点的涂料装饰，相互衬托，可使饰面增加装饰效果。

7.7.3　油漆涂料施工



【参考视频】

油漆工程是一个专业性及技艺性较强的技术工程，从其主要材料如油漆、稀释剂、腻子、润粉、着色颜料及染料（水色、酒色和油色）、研磨抛光和上蜡材料的使用，到清除、嵌批、打磨、配料和涂饰等工序均十分复杂且要求严格。因此，建筑装饰的中、高级油漆工程，必须严格执行油漆施工操作规程。

油漆工程的基层面主要是木质基层、抹灰基层。抹灰基层的处理参考内墙涂料基层处理。木基层主要有门窗、家具、木装修（木墙裙、隔断、顶棚）等。一般松木等软材类的木料表面，以采用混色涂料或清漆面的普通、中等涂料较多；硬材类的木材表面则多采用漆片、蜡克面的清漆，属于高级涂料。

油漆涂料施工工艺为：基层处理→润粉→着色→打磨→配料→涂刷面层。

1. 基层处理、润粉、着色

木质基层的木材本身除了木质素外，还含有油脂、单宁等。这些物质的存在，使涂层的附着力和外观质量都会受到影响。涂料对木制品表面的要求是平整光滑、少节疤、棱角整齐、木纹颜色一致等。因此，必须对木基层进行处理。

(1) 基层处理。木基层的含水率不得大于 12%；木材表面应平整，无尘土、油污等妨碍涂饰施工质量的污染物，施工前应用砂纸磨平。钉眼应用腻子填平，打磨光滑；木制品表面的缝隙、毛刺、掀岔及脂囊应进行处理，然后用腻子刮平、打光。较大的脂囊和节疤应剔除后用木纹相同的木料修补；木料表面的树脂、单宁、色素等应清除干净。

(2) 润粉。润粉是指在木质材料面的涂饰工艺中，采用填孔料以填平管孔并封闭基层和适当着色，同时可起到避免后续涂膜塌陷及节省涂料的作用。填孔料分为水性填孔料和油性填孔料两种，其配比做法见表 7－3。

表7-3 木质材料面的润粉及其应用

润　　粉	材料配比（质量比）	配制方法及应用
水性填孔料（水老粉）	大白粉65%～72%，水28%～36%，颜料适量	按配合比要求将大白粉和水搅拌成糊状与颜料拌和均匀，然后再与原有大白粉糊上下充分搅拌均匀，不能有结块现象；颜料的用量应使填孔料的色泽略浅于样板木纹表面或管孔内的颜色 优点：施工方便，着色均匀 缺点：处理不当易使木纹膨胀，附着力较差，透明度低
油性填孔料（油老粉）	大白粉60%，清油10%，松香水20%，煤油10%，颜料适量	配制方法与水性填孔料相同 优点：木纹不会膨胀，不易收缩开裂，干燥后坚固，着色效果好，透明度高，附着力强，吸收上层涂料少 缺点：干燥较慢，操作不如水性填孔料方便

（3）着色。为了更好地突出木材表面的美丽花纹，常采用基层着色工艺，即在木质基面上涂刷着色剂，着色分为水色、酒色和油色三种不同的做法，其材料组成见表7-4。

表7-4 木质基层面透明涂饰时着色的材料组成

着色	材料组成	染色特点
水色	常用黄纳粉、黑纳粉等酸性染料溶解于热水中（染料占10%～20%）	优点：透明，无遮盖力，保持木纹清晰 缺点：耐光照性能差，易产生褪色
酒色	在清虫胶清漆中掺入适量品色的染料，即成为着色虫胶漆	透明，清晰显露木纹，耐光照性能较好
油色	用氧化铁系材料、哈巴粉、锌钡白、大白粉等调入松香水中再加入清油或清漆等，调制成稀浆	优点：由于采用无机颜料作为着色剂，所以耐光照性能良好，不易褪色 缺点：透明度较低，显露木纹不够清晰

2. 打磨

打磨工序是使用研磨材料对被涂物面进行研磨平整的过程，对于油漆涂层的平整光滑、附着力及被涂物面的棱角、线脚、外观质量等方面均有重要影响。常用的砂纸和砂布代号是根据磨料的粒径来划分的，砂布代号数字越大则磨粒越粗；而砂纸则恰恰相反，代号越大则磨粒越细。

油漆涂饰的打磨操作，包括对基层的打磨、层间打磨，以及面层的打磨；打磨的方式又分为干磨与湿磨。打磨必须是在基层或漆膜干实后进行；水性腻子或不宜浸水的基层不能采用湿磨，但含铅的油漆涂料必须湿磨；漆膜坚硬不平或软硬相差较大时，需选用锋利的磨料打磨。干磨是指使用木砂纸、铁砂布、浮石等的一般研磨操作；湿磨则是为了防止漆膜打磨时受热变软而使漆尘黏附于磨粒间影响打磨效率与质量，故将砂纸（或浮石）蘸水或润滑剂进行研磨。

3. 配料

根据设计、样板或操作所需，将油漆饰面施工所需的原材料按配比调制的工序称为配

料，如色漆调配、腻子调配、木质基层、填孔料及着色剂的调配等。配料在油漆涂饰施工中是一项重要的基本技术，它直接影响涂施、漆膜质量和耐久性。此外，根据油漆涂料的应用特点，油漆技工常需对油漆的黏度（稠度）、品种性能等做必要的调配，其中最基本的事项和做法包括施工稠度的控制、油性漆的调配（油性漆易沉淀，使用时须加入清油等）、硝基漆韧性的调配（掺加适量增韧剂等）、醇酸漆油度的调配（面漆与底漆的调兑等）、无光色漆的调配（普通油基漆掺加适度颜料使漆膜平坦、光泽柔和且遮盖力强）等。

4. 涂刷面层

涂刷面层时应注意以下几点。

（1）涂刷涂料时，应做到横平竖直、纵横交错、均匀一致。在涂刷顺序上应先上后下、先内后外、先浅色后深色，按木纹方向理平理直。

（2）涂刷混色涂料，一般不少于4遍；涂刷清漆时，一般不少于5遍。

（3）当涂刷清漆时，在操作上应当注意色调均匀，拼色一致，表面不可显露刷纹。

课题7.8 裱糊施工

裱糊工程就是在墙面、顶棚表面用黏结材料把塑料壁纸、复合壁纸、墙布和绸缎等薄型柔性材料贴到上面，形成装饰效果的施工工艺。裱糊的基层可以是清水平整的混凝土面、抹灰面、石膏板面、纤维水泥加压板面等。但基层必须光滑、平整，可用批刮腻子、砂纸磨平等方法，无鼓包、凹坑、毛糙等现象。裱糊工序应待顶棚、墙面、门窗及建筑设备的油漆、刷浆工序完成后进行。裱糊前要将突出基层表面的设备或附件先卸下；如为木基层则钉帽应打进表面，并涂防锈漆和抹油性腻子刮平；表面为混凝土、抹灰面、含水率不得大于8%，木制品不得大于12%。裱糊的基层表面要求颜色一致，阴阳角先做成小圆弧角。对易透底的壁纸等材料，在基层表面先刷一遍乳胶漆，使颜色一致。冬期施工，应在具备采暖的条件下进行。


【参考视频】

1. 材料要求

裱糊施工的材料如下。

（1）石膏、大白、滑石粉、聚乙酸乙烯乳液、羧甲基纤维素、108胶、各种型号的壁纸、胶粘剂等。

（2）壁纸：为保证裱糊质量，各种壁纸、墙布的质量应符合设计要求和相应的国家标准。

（3）胶粘剂、嵌缝腻子、玻璃网格布等，应根据设计和基层的实际需要提前备齐。但胶粘剂应满足建筑物的防火要求，避免在高温下因胶粘剂失去黏结力使壁纸脱落而引起火灾。

2. 使用工具

裱糊施工的使用工具如下。

（1）裁剪用的工具：工作台1m×2m，钢直尺、钢卷尺、裁刀或剪刀。

（2）弹线工具：线锤、粉袋、铝质水平尺。

（3）裱糊工具：脚手架（高的顶棚用）、人字梯、塑料刮板、橡皮刮板、排笔、大油刷、壁纸刀、小辊子、白毛巾、棉丝、塑料桶、海绵块、毛刷、羊毛辊刷、胶质辊筒、牛皮纸、电熨斗等。

3. 作业条件

裱糊施工的作业条件如下。

(1) 混凝土和墙面抹灰已完成，且经过干燥，含水率不高于8%；木材制品含水率不得大于12%。

(2) 水电及设备、顶墙上的预留预埋件已安装完。

(3) 门窗油漆已完成。

(4) 有水磨石地面的房间，出光、打蜡已完，并将面层磨石保护好。

(5) 墙面清扫干净，如有凸凹不平、缺棱掉角或局部面层损坏，提前修补好并应干燥，预制混凝土表面提前刮石膏腻子找平。

(6) 事先将凸出墙面的设备部件等卸下收存好，待壁纸粘贴完后再将其部件重新装好复原。

(7) 如基层色差大，设计选用的又是易透底的薄型壁纸，粘贴前应先进行基层处理，使其颜色一致。

(8) 对湿度较大的房间和经常潮湿的墙体表面，如需做裱糊时，应采用有防水性能的壁纸和胶粘剂等材料。

(9) 如房间较高应提前准备好脚手架，房间不高，应提前钉设木凳。

(10) 对施工人员进行技术交底时，应强调技术措施和质量要求。大面积施工前应先做样板间，经质检部门鉴定合格后，方可组织班组施工。

4. 施工工艺程序

裱糊的工艺程序以基层、裱糊材料不同而工序不同，一般裱糊施工工艺为：清扫基层→接缝处糊条→找补腻子、磨砂纸→满刮腻子、磨平→涂刷铅油一遍涂刷底胶一遍→墙面画准线→壁纸浸水润湿→壁纸涂刷胶粘剂→基层涂刷胶粘剂→墙上纸裱糊→拼缝、搭接、对花→赶压胶粘剂、气泡→裁边→擦净挤出的胶液→清理修整。

5. 裱糊顶棚壁纸

裱糊顶棚壁纸步骤如下。

(1) 基层处理。清理混凝土顶面，满刮腻子：首先将混凝土顶面的灰渣、浆点、污物等清刮干净，并用笤帚将粉尘扫净，满刮腻子一道。腻子的体积配合比为聚乙酸乙烯乳液：石膏或滑石粉：2%羧甲基纤维素溶液=1：5：3.5。腻子干后磨砂纸，满刮第二遍腻子，待腻子干后用砂纸磨平、磨光。

(2) 吊直、套方、找规矩、弹线。首先应将顶子的对称中心线通过吊直、套方、找规矩的办法弹出中心线，以便从中间向两边对称控制。墙顶交接处的处理原则：凡有挂镜线的按挂镜线，没有挂镜线的则按设计要求弹线。

(3) 计算用料、裁纸。根据设计要求决定壁纸的粘贴方向，然后计算用料、裁纸。应按所量尺寸每边留出2～3cm余量，如采用塑料壁纸，应在水槽内先浸泡2～3min后拿出，抖去余水，将纸面用净毛巾擦干。

(4) 刷胶、糊纸。在纸的背面和顶棚的粘贴部位刷胶，应注意按壁纸宽度刷胶，不宜过宽，铺贴时应从中间开始向两边铺粘。第一张一定要按已弹好的线找直粘牢，应注意纸的两边各甩出1～2cm不压死，以满足与第二张铺粘时的拼花压控对缝的要求。然后依上法铺粘第二张，两张纸搭接1～2cm，用钢板尺比齐，两人将尺按紧，一人用劈纸刀裁切，

随即将搭槎处两张纸条撕去，用刮板带胶将缝隙压实刮牢。随后将顶子两端阴角处用钢板尺比齐、拉直，用刮板及辊子压实，最后用湿毛巾将接缝处辊压出的胶痕擦净，依次进行。

(5) 修整。壁纸粘贴完后，应检查是否有空鼓不实之处，接槎是否平顺，有无翘进现象，胶痕是否擦净，有无小包，表面是否平整，多余的胶是否清擦干净等，直至符合要求为止。

6. 裱糊墙面壁纸

裱糊墙面壁纸步骤如下。

(1) 基层处理。如混凝土墙面可根据原基层质量的好坏，在清扫干净的墙面上满刮1～2道石膏腻子，干后用砂纸磨平、磨光；若为抹灰墙面，可满刮大白腻子1～2道找平、磨光，但不可磨破灰皮；石膏板墙用嵌缝腻子将缝堵实堵严，粘贴玻璃网格布或丝绸条、绢条等，然后局部刮腻子补平。

(2) 吊垂直、套方、找规矩、弹线。首先应将房间四角的阴阳角通过吊垂直、套方、找规矩，并确定从哪个阴角开始按照壁纸的尺寸进行分块弹线控制（习惯做法是进门左阴角处开始铺贴第一张）。有挂镜线的按挂镜线，没有挂镜线的按设计要求弹线控制。

(3) 计算用料、裁纸。按已量好的墙体高度放大2～3cm，按此尺寸计算用料、裁纸，一般应在案子上裁割，将裁好的纸用湿毛巾擦后，折好待用。

(4) 刷胶、糊纸。应分别在纸上及墙上刷胶，其刷胶宽度应相吻合，墙上刷胶一次不应过宽。糊纸时从墙的阴角开始铺贴第一张，按已画好的垂直线吊直，并从上往下用手铺平，刮板刮实，并用小辊子将上、下阴角处压实。第一张粘好留1～2cm（应拐过阴角约2cm），然后粘铺第二张，依同法压平、压实，与第一张搭槎1～2cm，要自上而下对缝，拼花要端正，用刮板刮平，用钢板尺在第一、第二张搭槎处切割开，将纸边撕去，边槎处带胶压实，并及时将挤出的胶液用湿毛巾擦净，然后用同法将接顶、接踢脚的边切割整齐，并带胶压实。墙面上遇有电门、插销盒时，应在其位置上破纸作为标记。在裱糊时，阳角不允许甩槎接缝，阴角处必须裁纸搭缝，不允许整张纸铺贴，避免产生空鼓与皱折。

(5) 花纸拼接。纸的拼缝处花形要对接拼搭好，铺贴前应注意花形及纸的颜色力求一致，墙与顶壁纸的搭接应根据设计要求而定，一般有挂镜线的房间应以挂镜线为界，无挂镜线的房间则以弹线为准。花形拼接如出现困难时，错槎应尽量甩到不显眼的阴角处，大面不应出现错槎和花形混乱的现象。

(6) 壁纸修整。糊纸后应认真检查，对墙纸的翘边翘角、气泡、皱折及胶痕未擦净等，应及时处理和修整使之完善。

课题 7.9 幕墙施工



【参考视频】

建筑幕墙是指由金属构件与各种板材组成的悬挂在主体结构上，不承担主体的结构荷载与作用的建筑外维护结构。建筑幕墙按其面层材料的不同可分为玻璃幕墙、石材幕墙、金属幕墙等，本节主要介绍玻璃幕墙的构造及施工工艺。

7.9.1 玻璃幕墙种类

玻璃幕墙分有框玻璃幕墙和无框全玻璃幕墙。而有框玻璃幕墙又分为明框、隐框和半

隐框玻璃幕墙三种。无框全玻璃幕墙分底座式全玻璃幕墙、吊挂式全玻璃幕墙和点式连接式全玻璃幕墙等多种。

（1）明框玻璃幕墙。玻璃镶嵌在铝框内、四边都有铝框的幕墙构件，横梁、立柱均外露。

（2）隐框玻璃幕墙。玻璃用结构硅酮胶黏结在铝框上，铝框全部隐蔽在玻璃后面。

（3）半隐框玻璃幕墙。玻璃两对边嵌在铝框内，两对边用结构胶黏结在铝框上。形成立柱外露、横梁隐蔽的竖框横隐的玻璃幕墙或横梁外露、竖框隐蔽的竖隐横框的玻璃幕墙。

（4）全玻璃幕墙。使用大面积玻璃板，而且支撑结构也采用玻璃肋，称全玻幕墙。高度小于4.5m的全玻璃幕墙，可直接以下部为支撑，即落地式全玻璃幕墙，如图7.22所示；超过4.5m的全玻璃幕墙，宜在上部悬挂，玻璃肋通过结构硅酮胶与面玻璃黏合，即悬挂式全玻璃幕墙，如图7.23所示。

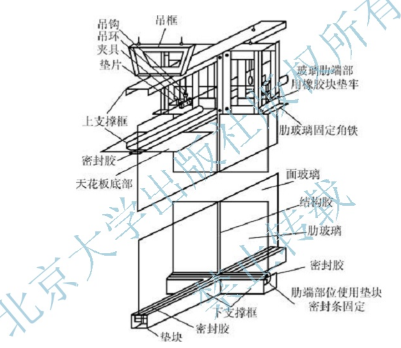


图7.22 落地式全玻璃幕墙结构示意

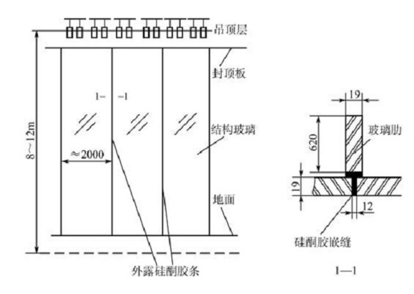


图7.23 悬挂式全玻璃幕墙结构示意

（5）挂架式玻璃幕墙。采用四爪式不锈钢挂件与立柱焊接，挂件的每个爪与一块玻璃的一个孔相连接，即一个挂件同时与4块玻璃相连接，如图7.24所示。

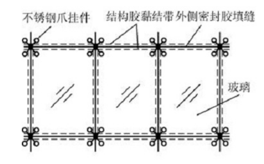


图7.24　挂架式玻璃幕墙

7.9.2　玻璃幕墙材料及构造要求

玻璃幕墙的主要材料包括玻璃、铝合金型材、钢材、五金件及配件、结构胶及密封材料、防火、保温材料等。因幕墙不仅承受自重荷载，还要承受风荷载、地震荷载和温度变化作用的影响，因此幕墙必须安全可靠，使用的材料必须符合国家或行业标准规定的质量要求。

（1）具有防雨水渗漏性能：设泄水孔，用耐候嵌缝密封材料宜用氯丁胶或砖橡胶。

（2）设冷凝水排出管道。

（3）不同金属材料接触处，设置绝缘垫片，采取防腐措施。

（4）立柱与横梁接触处，应设柔性垫片。

（5）隐框玻璃拼缝宽不宜小于15mm，作为清洗机轨道的玻璃竖缝不小于40mm。

（6）幕墙下部设绿化带，入口处设遮阳棚、雨篷。

（7）设防撞栏杆。

（8）玻璃与楼层隔墙处缝隙填充料使用不燃烧材料。

（9）玻璃幕墙自身应形成防雷体系，并与主体结构防雷体系连接。

7.9.3　玻璃幕墙安装

玻璃幕墙的施工方式除挂架式和无骨架式外，还有单元式（工厂组装）和元件式（现场组装）两种。单元式玻璃幕墙施工是将立柱、横梁和玻璃板材在工厂已拼装为一个安装单元（一般为一层楼高度），然后在现场整体吊装就位，如图7.25所示；元件式玻璃幕墙施工是将立柱、横梁和玻璃等材料分别运到工地现场，进行逐件安装就位，如图7.26所示。由于元件式安装不受层高和柱网尺寸的限制，是目前应用较多的安装方法，它适用于明框、隐框和半隐框玻璃幕墙，其主要工序如下。

1. 测量放线

将骨架的位置弹到主体结构上。放线工作应根据主体结构施工大的基准轴线和水准点进行。对于由横梁、立柱组成的幕墙骨架，先弹出立柱的位置，然后再将立柱的锚固点确定。待立柱通长布置完毕，将横梁弹到立柱上。如果是全玻璃安装，则首先将玻璃的位置线弹到地面上，再根据外边缘尺寸确定锚固点。

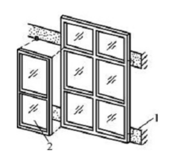


图 7.25 单元式玻璃幕墙
1—楼板；2—玻璃幕墙板

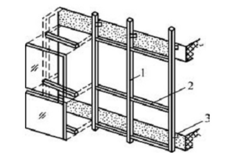


图 7.26 元件式玻璃幕墙
1—立柱；2—横梁；3—楼板

2. 预埋件检查

幕墙与主体结构连接的预埋件应在主体结构施工过程中按设计要求进行埋设，在幕墙安装前检查各预埋件位置是否正确，数量是否齐全。若预埋件遗漏或位置偏差过大，应会同设计单位采取补救措施。补救方法应采用植锚栓补设预埋件，同时应进行拉拔试验。

3. 骨架施工

骨架安装是根据放线的位置采用连接件与主体结构上的预埋件相连。连接件与主体结构是通过预埋件或后埋锚栓固定，当采用后埋锚栓固定时，应通过试验确定锚栓的承载力。骨架安装先安装立柱，再安装横梁。上下立柱通过芯柱连接，如图 7.27 所示，横梁与立柱的连接根据材料不同，可以采用焊接、螺栓连接、穿插件连接或用角铝连接。

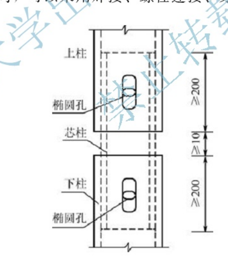


图 7.27 上下立柱连接方法

4. 玻璃安装

玻璃的安装因幕墙的类型不同而不同。钢骨架，因型钢没有镶嵌玻璃的凹槽，多用窗框过渡，将玻璃安装在铝合金窗框上再将铝合金窗框与骨架相连。铝合金型材的幕墙框架，在成型时已经将固定玻璃的凹槽随同断面一次挤压成型，可以直接安装玻璃。玻璃与金属之间不能直接接触，玻璃底部设防振垫片，侧面与金属之间用封缝材料嵌缝。对隐框玻璃幕墙，在玻璃框安装前应对玻璃及四周的铝框进行清洁，保证嵌缝耐候胶能可靠黏结。安装前玻璃的镀膜面应粘贴保护膜加以保护，交工前全部揭除。安装时对于不同的金属接触面应设防静电垫片。

5. 密缝处理

玻璃或玻璃组件安装完后，应立即使用耐候密封胶嵌缝密封，保证玻璃幕墙的气密性、水密性等性能。嵌缝密封做法如图 7.28～图 7.30 所示。玻璃幕墙使用的密封胶其性能必须符合规范规定。耐候密封胶必须是中性单组分胶，酸碱性胶不能使用。使用前，应经国家认可的检测机构对与硅酮结构胶相接触的材料进行相容性和剥离黏结性试验，并应对邵氏硬度和标准状态下的拉伸黏结性能进行复验。

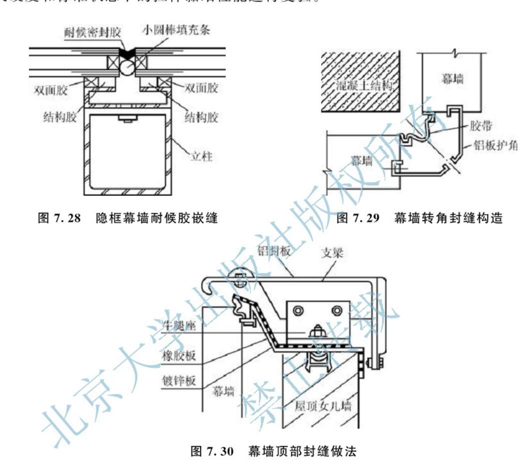


图 7.28　隐框幕墙耐候胶嵌缝

图 7.29　幕墙转角封缝构造

图 7.30　幕墙顶部封缝做法

6. 清洁维护

玻璃安装完后，应从上往下用中性清洁剂对玻璃幕墙表面及外露构件进行清洁，清洁剂使用前应进行腐蚀性检验，证明对铝合金和玻璃无腐蚀作用后方可使用。

课题 7.10　冬期和雨期施工

7.10.1　冬期施工措施

1. 热作法施工

热作法施工是利用房屋的永久或临时热源来保持操作环境的温度，使抹灰砂浆硬化和固结，常用于室内抹灰。热源有火炉、蒸汽、远红外线加热器等。

室内抹灰以前，宜先做好屋面防水层及室内封闭保温。室内抹灰的养护温度不应低于

5℃。水泥砂浆层应在潮湿的条件下养护，并应通风、换气。用冻结法砌筑的墙，室外抹灰应待其完全解冻后施工；室内抹灰应待抹灰的一面解冻深度不小于砖厚的一半时方可施工。不得采用热水冲刷冻结的墙面或用热水消除墙面的冰霜。砂浆应在搅拌棚中集中搅拌，并应在运输中保温，要随用随拌，防止冻结。

室内抹灰工程结束后，在 7d 以内，应保持室内温度不低于 5℃。抹灰层可采取加温措施加速干燥。当采用热空气加温时，应注意通风，排除湿气。

2. 冷作法施工

冷作法施工是指在砂浆中掺入防冻剂，然后在不采取保温措施的情况下进行抹灰，适用于装饰要求不高、小面积的外墙抹灰工程。

当抹灰基层表面有冰、霜、雪时，可采用与抹灰砂浆同浓度的防冻剂溶液冲刷，并应清除表面的尘土。

7.10.2 饰面工程

冬期室内饰面工程施工可采用热空气或带烟囱的火炉取暖，并应设有通风、排湿装置。冬期室外饰面工程施工宜采用暖棚法施工，棚内温度不应低于 5℃，并按常温施工方法操作。

饰面板就位固定后，用 1∶2.5 水泥砂浆灌浆，保温养护时间不少于 7d。

外面饰面石材应根据当地气温条件及吸水率要求选材。当采用螺栓固定的干作业法施工时，锚固螺栓应做防水、防锈处理。

釉面砖及外墙面砖在冬期施工时宜在 2%盐水中浸泡 2h，并在晾干后方可使用。

7.10.3 油漆、刷浆、裱糊、玻璃工程

油漆、刷浆、裱糊、玻璃工程应在采暖条件下进行施工。当需要在室外施工时，其最低环境温度不应低于 5℃，遇有大风、雨、雪应停止施工。

刷调合漆时，应在其内加入调合漆重量 2.5%的催干剂和 5%的松香水，施工时应排除烟气和潮气，防止失光和发黏不干。

室外刷浆应保持施工均衡，粉浆类料浆宜采用热水配制，随用随配，并做料浆保温，料浆使用温度宜保持在 15℃左右。

裱糊工程施工时，混凝土或抹灰基层含水率不应大于 8%。施工中当室内温度高于 20℃，且相对湿度不大于 80%时，应开窗换气，防止壁纸打皱起泡。

玻璃工程冬期施工时，应将玻璃、镶嵌用合成橡胶等材料运到有采暖设备的室内，操作地点环境温度不应低于 5℃。

外墙铝合金、塑料框、大扇玻璃不宜在冬期安装。

7.10.4 雨期施工措施

雨天不准进行室外抹灰，至少应能预测 1～2d 的天气变化情况。对已经施工的墙面，应注意防止雨水污染。室内抹灰应尽量在做完屋面后进行，至少也应做完屋面找平层，并铺一层油毡。雨天不宜做罩面油漆施工。

应用案例 7-1

某大厦装饰工程施工方案

1. 工程概况

某大厦位于某市中主干道与环城路交叉口，总建筑面积 31458m^2（其中地下室 3922m^2），建筑高度 75.6m，局部突出构筑物最高点为 98.1m，室内±0.000 相当于绝对高程 40.75m。工程集营业、办公、会议、调度、通信自动化计算机中心于一体，并配置中央空调、观景电梯、客梯、车库、广播室、消防控制等设备。工程设计为钢筋混凝土框架-剪力墙结构，地下 1 层，主楼 21 层，裙楼 9 层；主楼基础采用人工挖孔桩，裙楼采用独立基础。建筑结构安全等级为一级，7 度抗震设防。该工程装修标准如下。

(1) 外墙面装饰。玻璃幕墙（隐框及半隐框）、铝合金板与带形窗组合幕墙（隐框），主框 150 系列以上，8mm 厚绿色镀膜玻璃和干挂花岗石板材；门厅口镜面不锈钢板外包面。

(2) 内墙面装饰。普通房间为白色乳胶漆面层，车库墙面为 201 耐冲洗涂料；卫生间为印花瓷砖至顶；大厅、电梯前室、门套、休息厅为大理石面层至顶；大小会议室、业务广播室、会议电视室为 9 层水曲柳胶合板墙身软包；空调机房、水泵房、冷冻机房为矿棉装饰吸声板。

(3) 顶棚装饰。普通房间为中等粉刷白色乳胶漆面层，楼梯间、电梯前室、设备用房为轻钢龙骨矿棉装饰吸声板。

(4) 楼地面工程。公共部分为磨光花岗石面层；车库、一般房间为水泥砂浆面层；调度室、控制室等为架空抗静电底板；卫生间为防滑地砖面层。

2. 内外墙粉刷工程基层处理

内外墙粉刷工程基层处理内容如下。

(1) 粉刷前做好灰饼和冲筋，然后修补打凿凹凸之外，砂浆厚度过大时，应分遍补灰，最后以灰饼冲筋为准，用长刮尺刮平。

(2) 用 1∶2 水泥砂浆打底，施工顺序为：浇水湿润基层→找规矩、做灰饼→设置标筋→阳角做护角→抹底灰、中灰→抹窗台板。施工前，将墙面砂浆眼及凸出部分剔平，将穿墙管道的孔洞填嵌，并洒水湿润。光滑的混凝土墙面应凿毛或在墙面上刷一道水泥浆掺 10%胶水，以增加黏结力。用托线板和靠尺检查整个墙面的垂直度和平整度，以确定抹灰厚度，根据抹灰厚度做 50mm×50mm 的灰饼，根据灰饼做上、中、下 3 条标筋。在内墙阳角、柱角处，用 1∶2 水泥砂浆做护角，高 1.8m，当标筋有了一定强度后，洒水湿润墙面，在两筋之间用力抹上底灰，用木抹子压实，底灰略低于标筋。待底灰六七成干后，以垫平标筋为准，抹上中层灰，用长刮尺刮至与标筋齐平，不平处补抹砂浆，然后刮平；紧接着用木抹子搓压，使表面平整密实。

(3) 施工前，先做一块样板，经有关部门检查认可后，方可大面积施工，而且必须召集操作工人进行质量、安全技术交流。

(4) 标筋做完后，需经检查合格后方可抹底灰。

(5) 严格执行三检制度，坚持自检互检并做记录。

(6) 抹灰在凝结前应防止快干、水冲、撞击和振动。

(7) 门窗框缝需派专人浇水湿润，并用砂浆填塞密实。

(8) 基层表面的污垢、隔离剂必须清除干净，以防空鼓。

(9) 底层砂浆在终凝前，不准抢抹中层砂浆，砂浆已硬化时，不允许再用抹子用力搓抹。

(10) 粉刷所用水泥需出厂合格证，并经试验合格后方可投入使用。

3. 顶棚吊顶工程

顶棚吊顶工程施工顺序：弹线→安装吊杆→安装龙骨及配件→安置面板。

(1) 依据顶棚设计标高，四周沿墙面弹线作为顶棚安装的标准线，其水平允许偏差±5mm。

(2) 依据大样图确定吊点位置弹线，并复验吊点间距，吊点间距一般不上人顶棚为1.2～1.5m。吊顶预埋件在混凝土浇筑前必须预埋，对于漏埋或新增加的吊顶、吊点需用膨胀螺钉补齐。

(3) 吊杆采用 ϕ8mm 钢筋，安装时上端与预埋件焊牢，下端套丝并配好螺帽。吊杆端头螺纹外露长度不小于3mm。

(4) 安装大龙骨时，应将大龙骨吊挂件连接在吊杆上，拧紧螺钉卡牢。大龙骨安装完后应进行调平，并应考虑顶棚起拱高度1/200。

(5) 中龙骨用中吊挂件固定在大龙骨下面，吊挂件上端搭在大龙骨上，横撑龙骨与中龙骨垂直装在罩面板的拼接处，横撑龙骨与中龙骨采用中小连接杆件连接，再安装沿边的异形龙骨和铝角条。

(6) 矿棉装饰板用自攻螺钉与龙骨固定，嵌入硅酸钙板0.5～1mm，钉眼用腻子补平。

4. 木门安装

木门安装分下面两步进行。

(1) 在安装门框时，应先按建筑平面图上所示的门位置，在墙口画出门框的边线，按设计要求及施工说明进行安装，当门框立起后，框底与地面上门位对齐，用线锤及靠尺校正，并检查门框标高是否正确，如果不符应随时纠正。然后将门框与墙木桩钉牢固定。

(2) 安装门扇时，要检查框扇质量、型号与尺寸是否与设计相符，如框扇发现偏歪或扭曲时，应及时修改。缝宽度应根据规范要求进行施工。

5. 花岗石地面

为了保证本工程花岗石地面质量，施工时应注意如下几点。

(1) 铺前应先把混凝土垫层表面余留砂浆、杂物清扫干净，浇水湿润。

(2) 地面找好标高，根据花岗石规格，四周墙脚弹出分块及水平控制线，柱四周边线应另行弹线（结合层厚度一般3cm左右）。

(3) 铺设须按两个方向控制水平线，如有凹凸不平处应先填平或錾平，先铺板块带起标筋作用。先由房间中部及两柱中间往两侧后退铺砌。铺时先在基层刷一遍掺有水泥重量4%～5%的108胶水、水灰比为0.4～0.5的素水泥浆，上铺1∶2干硬性水泥砂浆，用铁抹拍实、抹平后先试铺，然后再揭开板块，用掺108胶的水泥浆分别铺在基层上和板块底面上进行镶铺。铺砌时板块要四角同时下落，对齐缝格，并用木槌（或橡皮锤）敲平敲实，并拉线找平、对直。如发现空鼓，板凹凸不平或接缝不直，应将板块掀起进行加浆或减浆和理缝，铺好一排后，拉通线检查一次平直度。

(4) 花岗石铺砌完后3d内禁止上人行走，5d内禁止在上面推小车。

6. 墙面镶贴大理石、板材

本工程大厅、电梯前室、梯井门套、休息厅大理石面层至顶，JCTA陶瓷黏合剂粘贴，20mm厚1∶2水泥砂浆底层。为了保证墙面镶贴大理石板材质量，要求石材表面应平整，边缘应整齐，棱角不得损坏，并应具有产品合格证。施工前，应按厂牌、品种、型号、规格和颜色进行选配分类。

花岗石饰面板，表面不得有隐伤、风化等缺陷。工程安装质量注意事项如下。

(1) 墙面和柱面安装大理石板材时，应先抄平，分块弹线，并按弹线尺寸及花纹图案进行预拼和编号。

(2) 固定饰面板用的钢筋网，应与锚固件连接牢固，锚固件应在结构施工时埋设。

(3) 大理石板材安装前，应将其侧面和背面清扫干净，并修边打眼，每块板的上、下边打眼数量均不得少于2个，并用防锈金属丝穿入孔内。

7. 干挂花岗石板材

干挂花岗石板材内容如下。

(1) 施工准备。施工人员熟悉图样要求，领会设计意图，按图下料，进行石材、挂件的委托加工及组织进场堆放。对结构预埋的干挂骨架的预埋进行复核、除锈等处理。

(2) 施工顺序为：脚手架搭设→基层测量、放线→骨架安装→平面校核分格封闭校核→挂件安装→电焊挂件检查复核→挂板→嵌缝→清洗板面→脚手架拆除。

(3) 施工工艺及操作要点。在外墙基层面按板材规格弹出水平线及垂直线，竖向骨架固定在每层结构框架梁上，横向骨架与竖向焊接连成井字骨架，石板材用3mm×60mm×30mm不锈钢片，一端双向插入板材槽内并以101硅胶黏结，一端用不锈钢螺栓固定在横向骨架上，核正后加以电焊。

基层放线要通盘考虑，竖向以最边缘的窗边线为基准线，横向以±0.000为基准线由下而上，按板材的规格布置横向骨架。

(4) 挂板安装。

① 板材开槽，在挂板四角离磨光面8mm处切割4mm宽、15mm深的沟槽。

② 用双面胶纸在板材四周固定好10mm×3mm（宽×厚）橡皮条（离板光面5～6mm)。安装挂板时，自下而上，由一端向另一端逐块安装。每次安装都应试挂，调整连接件位置，准确无误后电焊挂件固定，沟槽内填塞101硅胶。

③ 挂板安装完毕后，在板缝橡皮外打上耐候胶。打胶前，先在板缝两侧贴上防护胶布，以防胶水污染板面。

8. 铝合金装饰板外墙

铝合金装饰板工程质量要求高，技术难度大，因此，在施工前应认真查阅图样，领会设计意图，并详细进行技术交底，使操作者能够主动地做好每一道工序，细小的节点也能认真执行。

(1) 施工前按设计要求确定计划，板的断面设计要用固定格一致，同时要处理好钉头的隐蔽有立面效果，承重骨架、连接构件要按照设计要求进行采购、安装。

(2) 铝合金装饰板墙安装施工程序为：放线→固定骨架的连接件→固定骨架→安装铝合金装饰板→收口构造处理。

(3) 操作方法。

① 放线。固定骨架，首先要将骨架的位置弹到基层上。放线前要检查结构的质量（垂直度与平整度等），如有差错，可随时进行调整。

② 固定骨架的连接件。骨架的横竖杆件是通过连接件与结构固定，而连接件与结构之间可与结构的预埋件焊牢，在连接件施工时，要保证牢固（焊缝的长、高度等），对型钢一类的连接件，其表面应镀锌，焊缝应刷防锈漆。

③ 固定骨架。骨架要先进行防腐处理，安装位置要准确，结合要牢固，安装后要检查标高、中心线，为保证精度，要用经纬仪对横竖杆件进行贯通。沿沉降缝、变截面处等应妥善处理，使之满足使用要求。

④ 板与板之间的间隙一般为 10～20mm，用橡胶条或密封胶等弹性材料处理。

⑤ 铝合金装饰板安装完毕后，在易被污染的部位，要用塑料薄膜覆盖保护，易被划、碰的部位，应设安全防护栏杆。

9. 水泥砂浆地面

根据水泥砂浆地面经常存在起砂、开裂、空裂等通病，施工时应引起重视，认真克服通病，以保证水泥砂浆地面的质量。

(1) 水泥砂浆地面应分两遍成活，底层用 1∶2∶5 水泥砂浆，厚度为 25mm，砂应用中粗砂，其泥量不超过 2%，水灰比控制在 0.5 以内。面层用 1∶2 水泥砂浆压光。

(2) 清理基层。施工前必须将浮灰、垃圾等清理干净，并用水冲刷干净，光滑面必须用锤子凿毛。

(3) 先在操作面四周墙面弹出水平线，根据水平线按设计要求的标高在四周做灰饼，按两边灰饼拉线做中间灰饼，如有坡度的地方应做灰饼、标筋找坡，标筋间距 1.5m 左右，墙边也必须标筋。

(4) 抹底层灰时，先在地面薄撒一层水泥粉，浇水，用扫帚扫匀，再抹水泥砂浆，以标筋为准，用木刮尺刮平，再用木抹子抹平。然后再抹面层水泥砂浆，用铁抹刀压光 3 遍。

(5) 水泥砂浆地面若面积较大，应按规范要求增设玻璃条分隔，以防产生不规则裂缝。

(6) 地面水泥砂浆终凝后，应浇水养护，养护时间和浇水次数应根据气候情况而定，一般不得少于 7d，1d 浇水 3 次。在强度未达到 50MPa 以前，不许在水泥面上踩踏。

10. 玻璃幕墙的安装施工

玻璃幕墙的安装施工内容如下。

(1) 玻璃幕墙拟由具有省建委审批注册资质的装修装饰公司进行设计及施工。设计图由设计院签字批准，并编制幕墙施工组织设计，并对工人作详细技术、质量、安全交底。在结构施工中应准确预埋幕墙所需的预埋件。

(2) 安装玻璃幕墙的构件及零附件的材料品种、规格、色泽和性能，应符合设计要求。

(3) 玻璃幕墙与主体结构连接的预埋件，应在主体结构施工时按设计要求埋设。预埋件应牢固，位置准确，预埋件的标高偏差不大于 10mm，预埋件位置与设计位置的偏差不应大于 20mm。

(4) 玻璃幕墙分格轴线的测量应与主体结构的测量配合，其误差应及时调整，不得积累。

(5) 连接件安装。清除预埋件表面杂物并除锈，在复核后的位置把连接件焊接于预埋件上，焊缝的长度、饱满度应符合设计及规范要求，焊缝处要刷两遍锌铬防锈漆。

(6) 框架的安装应将立柱与连接件连接，然后连接件再与主体预埋件连接，并应进行调整和固定。将横梁两端的连接件及弹性橡胶垫安装在立柱的预定位置，并应安装牢固，其接缝应严密。同一层的横梁安装应由下向上进行。当安装完一层高度时，应进行检查、调整、校正、固定，使其符合质量要求。

玻璃幕墙立柱安装就位、调整后应及时紧固。玻璃幕墙安装的临时螺栓等在构件安装、就位、调整、紧固后应及时拆除。现场焊接或高强度螺栓紧固的构件固定后，应及时进行防锈处理。玻璃幕墙中与铝合金接触的螺栓及金属配件应采用不锈钢或轻金属制品。

(7) 玻璃安装前应将表面尘土和污物擦拭干净。热反射玻璃安装应向室内，非镀膜面朝向室外。玻璃与构件不得直接接触。玻璃四周与构件凹槽底应保持一定空隙，每块玻璃下部应设不少于两块弹性定位垫块；垫块的宽度与槽口宽度应相同，长度不应小于100mm；玻璃两边嵌入量及空隙应符合规范要求。

玻璃四周橡胶条应按规定型号选用，镶嵌应平整，橡胶条长度宜比边框内槽口长1.5%～2%，其断口应留在四角；斜面断开后应拼成预定的设计角度，并应用黏结剂黏结牢固后嵌入槽内。

(8) 玻璃幕墙四周与主体结构之间的缝隙，应采用防火的保温材料填塞；内外表面应采用密封连续封闭，接缝应严密不漏水。

(9) 铝合金装饰压板应符合设计要求，表面应平整，色彩应一致，不得有肉眼可见的变形、波纹和凹凸不平，接缝应均匀严密。

(10) 玻璃幕墙施工过程中应分层进行抗雨水渗漏性能检查。

(11) 硅酮密封胶在接缝内应形成相对两面黏结，并不得三面黏结。

(12) 玻璃幕墙安装施工应对下列项目进行隐蔽验收：预埋件的预埋安装；构件与主体结构的连接节点的安装；幕墙四周、幕墙内表面与主体结构之间间隙节点的安装；幕墙伸缩缝、沉降缝、防震缝及墙面转角节点的安装；幕墙防雷接地节点的安装。

(13) 玻璃幕墙的保护。清洗玻璃幕墙的构件、玻璃和密封等应制定保护措施。不得使其发生碰撞变形、变色、污染和排水管堵塞等现象；施工中玻璃幕墙及其构件表面的黏附物应及时进行清除；玻璃幕墙工程安装完成后，应制定清扫方案；清洗玻璃和构件应采用中性清洗剂，清洗前应进行腐蚀性检验。中性清洗剂清洗后应及时用清水冲洗干净。

单元小结

本单元主要介绍了楼地面装饰工程，墙柱面装饰工程，天棚工程，门窗工程，油漆、涂料、裱糊工程等的施工工艺。在学习中，要着重了解各种建筑装饰材料的特点、质量要求和应用情况；熟悉其构造做法、主要施工工艺、操作要点以及工程质量验收标准。

推荐阅读资料

1.《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2013)
2.《建筑装饰装修工程质量验收规范》(GB 50210—2001)
3.《住宅装饰装修工程施工规范》(GB 50327—2001)

4.《建筑内部装修设计防火规范》(GB 50222—1995)
5.《建筑施工高处作业安全技术规范》(JGJ 80—1991)
6.《建筑地面工程施工质量验收规范》(GB 50209—2010)
7.《建筑施工安全检查标准》(JGJ 59—2011)
8.《施工现场临时用电安全技术规范(附条文说明)》(JGJ 46—2005)
9.《建筑机械使用安全技术规程》(JGJ 33—2001)
10.《中华人民共和国工程建设标准强制性条文(房屋建筑部分)》



一、单选题

1. 抹灰工程中的中级抹灰标准是( )。
   A. 一底层,一面层 B. 一底层,一中层,一面层
   C. 一底层,数层中间,一面层 D. 一底层,一中层,数层面层
2. 建筑物外墙抹灰应选择( )。
   A. 石灰砂浆 B. 混合砂浆 C. 水泥砂浆 D. 装饰抹灰
3. 建筑物一般室内墙基层抹灰应选择( )。
   A. 麻刀灰 B. 纸筋灰 C. 混合砂浆 D. 水泥砂浆
4. 抹灰工程中的基层抹灰主要作用是( )。
   A. 找平 B. 与基层黏结 C. 装饰 D. 填补墙面
5. 抹灰工程中的中层抹灰主要作用是( )。
   A. 找平 B. 与基层黏结 C. 装饰 D. 增加承重能力
6. 抹灰工程应遵循的施工顺序是( )。
   A. 先室内后室外 B. 先室外后室内 C. 先下面后上面 D. 先复杂后简单
7. 喷涂抹灰属于( )。
   A. 一般抹灰 B. 中级抹灰 C. 高级抹灰 D. 装饰抹灰
8. 外墙抹灰的总厚度一般不大于( )mm。
   A. 15 B. 20 C. 25 D. 30
9. 下列( )不属于装饰抹灰的种类。
   A. 干粘石 B. 斩假石 C. 高级抹灰 D. 喷涂
10. 釉面瓷砖的接缝宽度控制在约( )mm。
   A. 0.5 B. 1.0 C. 1.5 D. 2.0
11. 大块花岗石或大理石施工时的施工顺序为( )。
   A. 临时固定→灌细石混凝土→板面平整
   B. 灌细石混凝土→临时固定→板面平整
   C. 临时固定→板面平整→灌细石混凝土
   D. 板面平整→灌细石混凝土→临时固定
12. 常用的铝合金板墙的安装施工顺序是( )。
   A. 放线→骨架安装→铝合金板安装→收口处理

B. 放线→铝合金板安装→骨架安装→收口处理

C. 放线→骨架安装→收口处理→铝合金板安装

D. 放线→收口处理→骨架安装→铝合金板安装

13. 面砖主要用于外墙饰面，其黏结层通常采用聚合物水泥浆，黏结层厚度宜控制在(　　)mm。

A. 3～4　　B. 4～6　　C. 6～10　　D. 10～14

14. 马赛克施工后期，在纸面板上刷水湿润通常在(　　)min后揭纸并调整缝隙。

A. 10　　B. 20　　C. 30　　D. 45

二、多选题

1. 外墙饰面砖的空鼓脱落的原因有(　　)。

A. 面砖质量差　　B. 黏结砂浆强度低

C. 粘贴面砖时敲击次数多　　D. 基层有灰尘和油污

E. 黏结砂浆收缩应力大于黏结力

2. 装饰工程项目多，工程量大，主要是手工操作，因此(　　)。

A. 耗用主材多　　B. 施工期长　　C. 耗用劳动量多

D. 耗用材料品种多　　E. 需要大型机械设备多

3. 机械喷涂抹灰可(　　)，是取代目前全人工抹灰施工的方向。

A. 水平提高工效　　B. 缩短工期　　C. 减轻劳动强度　　D. 提高抹灰平整度

4. 抹灰工程中灰饼和标筋的作用是(　　)。

A. 防止抹灰层开裂　　B. 控制抹灰层厚度

C. 控制抹灰层平整度　　D. 控制抹灰层垂直度

5. 墙面抹灰，为了减少收缩裂缝应(　　)。

A. 控制每层抹灰层厚度　　B. 控制抹灰材料质量

C. 使用的材料中水泥量要多一点　　D. 控制每层抹灰间隙时间

E. 不同基层的交接处应先铺一层金属网或纤维布

6. 楼地面水泥砂浆抹灰层起砂，开裂的主要原因是(　　)。

A. 天气干燥　　B. 没有及时养护

C. 砂太细，含泥量大　　D. 水泥用量少

E. 过早上人

7. 涂料施工前要求基层(　　)，这样才能粘贴牢固。

A. 平整光滑　　B. 平整粗糙　　C. 洁净，无浮灰油污

D. 干燥　　E. 预先要浇水湿润

8. 机械喷涂抹灰可减轻劳动强度、缩短工期、提高工效，但不能取代目前人工(　　)施工。

A. 找平　　B. 刮糙　　C. 基层抹灰　　D. 罩面

9. 墙面砖粘贴施工前要求基层(　　)，这样才能粘贴牢固。

A. 平整光滑　　B. 平整粗糙　　C. 洁净，无浮灰油污

D. 干燥　　E. 预先要浇水湿润

三、简答题

1. 简述石材地面施工工艺与水磨石地面施工工艺的相同点与不同点。
2. 简述抹灰工程的组成和作用。
3. 简述内墙抹灰的施工工艺流程及施工方法。
4. 简述木天棚的施工工艺。
5. 简述各种门窗工程的施工工艺的相同点与不同点。
6. 简述一般玻璃木墙施工工艺。

